Phân loại và phương pháp giải
Các dạng bài tập
VẬT LÍ 12

- Phân loại theo từng chủ đề - Kiến thức cần nhớ
- Các phương pháp giải bài tập - Các bài tập mẫu
- Bài tập tự giải - Bài tập trắc nghiệm

* Biên soạn theo chương trình và SGK mới
* Dành cho học sinh ban KHTN và ban Cơ bản

DHQGHN
076
-N
08
2065

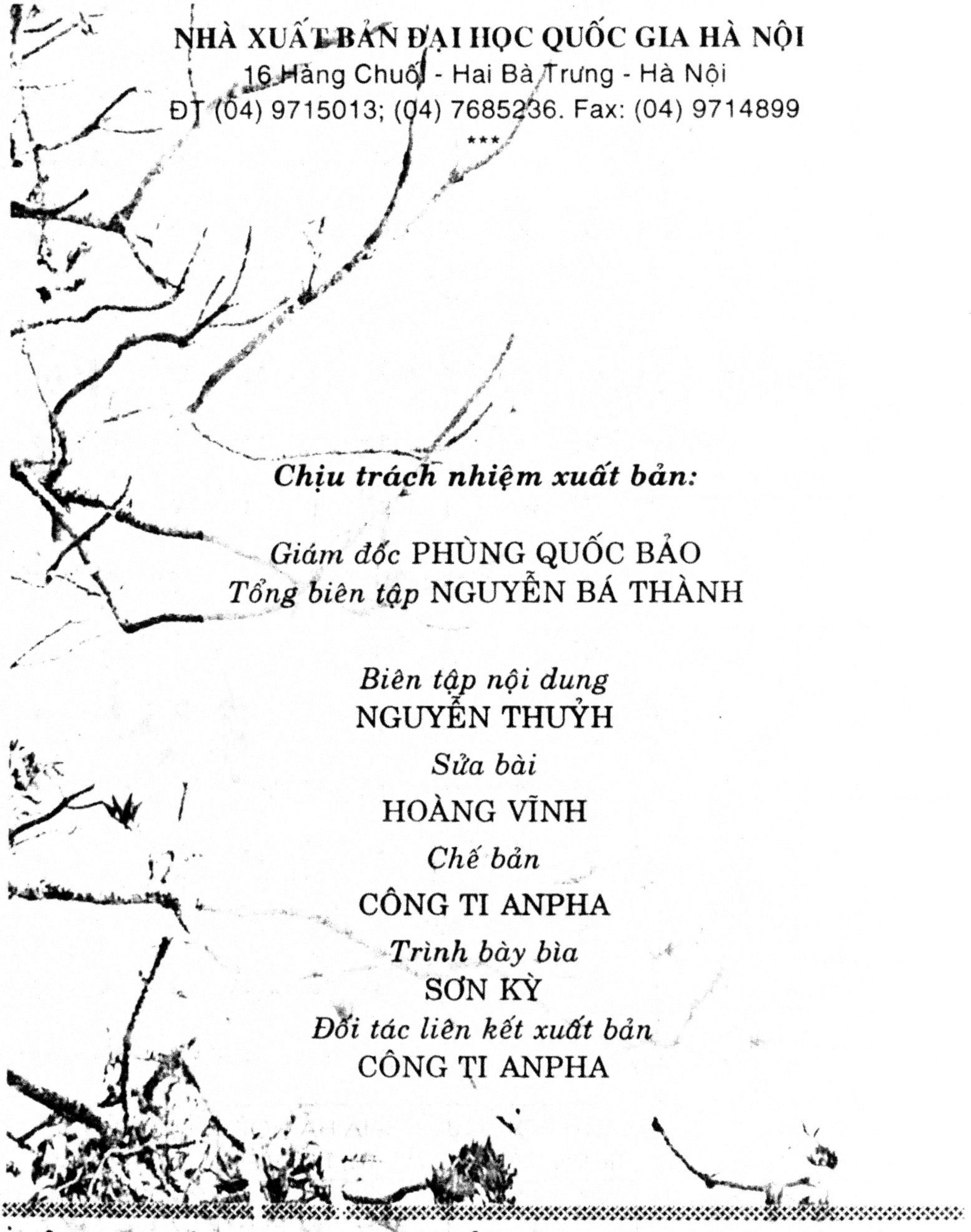
NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

TS. TRẦN NGỌC

PHÂN LOẠI VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI CÁC DẠNG BÀI TẬP VẬT LÍ 12

* Biên soạn theo chương trình và SGK mới
* Dành cho học sinh ban KHTN và ban Cơ bản

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
16 Hàng Chuối - Hai Bà Trưng - Hà Nội
ĐT (04) 9715013; (04) 7685236. Fax: (04) 9714899

***

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Giám đốc PHÙNG QUỐC BẢO
Tổng biên tập NGUYỄN BÁ THÀNH

Biên tập nội dung
NGUYỄN THUỶH
Sửa bài
HOÀNG VĨNH
Chế bản
CÔNG TI ANPHA
Trình bày bìa
SƠN KỲ
Đối tác liên kết xuất bản
CÔNG TI ANPHA

PHÂN LOẠI VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI CÁC DẠNG BÀI TẬP VẬT LÍ 12
Mã số: 1L-139ĐH2008
In 2.000 cuốn, khổ 16 x 24 cm tại Công ti TNHH In Bao bì Hưng Phú.
Số xuất bản: 293-2008/CXB/28-54ĐHQG HN, ngày 08/04/2008
Quyết định xuất bản số: 139LK/XB
In xong và nộp lưu chiểu quý III năm 2008.

LỜI NÓI ĐẦU

Để thiết thực giúp đỡ các em trong việc lựa chọn và tập hợp những kiến thức cần thiết nhất cho vốn kiến thức phổ thông nhằm đạt được hiệu quả cao trong học tập cũng như trong các kì thi, chúng tôi biên soạn và giới thiệu bộ sách:

"Phân loại và phương pháp giải các dạng bài tập vật lí 10 - 11- 12"

Bộ sách được biên soạn trên cơ sở chương trình vật lí đã được chuẩn hoá dành cho cơ sở và nâng cao của Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành. Tiếp theo hai cuốn viết cho lớp 10 và lớp 11, cuốn sách viết cho lớp 12 này có nội dung phân thành các chương theo sách giáo khoa và được trình bày theo từng chủ đề, trong mỗi chủ đề có:

1. Phần tóm tắt lí thuyết giúp học sinh ôn tập các kiến thức trọng tâm trong chương và tham khảo các công thức biến đổi dùng trong việc giải toán.

2. Các bài tập thí dụ đều có **phần ghi dữ kiện của bài toán, phân tích và giải chi tiết**, trong đó có cách đổi và dùng các đơn vị vật lí. Phần này giúp các em hiểu được bản chất vật lí để có thể tự mình học tập một cách độc lập.

3. Các bài tập tự giải đều có hướng dẫn và đáp số tạo điều kiện thuận lợi hơn trong khi giải bài tập.

4. Các bài tập trắc nghiệm ngoài việc giúp học sinh nắm chắc kiến thức còn phát triển trí thông minh, phán đoán và nhanh nhạy trong các kì thi.

Vì đây là một tài liệu tham khảo nên chúng tôi cũng mạnh dạn đưa vào một số bài tập nâng cao và có nội dung mở rộng với mục đích giúp học sinh rèn luyện khả năng suy luận và nâng cao trình độ, đặc biệt đối với các em học sinh khá, giỏi.

Chúng tôi hi vọng cuốn sách là tài liệu thiết thực giúp các em học sinh học tập có hiệu quả nhất. Ngoài ra, cuốn sách có thể làm tài liệu tham khảo cho các Thầy, Cô giáo giảng dạy Vật lí. Chúng tôi rất cần sự đóng góp ý kiến của các Thầy Cô giáo và các em học sinh để hoàn thiện hơn trong những lần tái bản sau.

Mọi góp ý xin gửi về: * Trung tâm sách giáo dục ANPHA
225^C Nguyễn Tri Phương, P.9, Q.5. Tp.HCM ĐT: 0903.701.650
* Công ti sách thiết bị Giáo Dục AnPha
50 Nguyễn Văn Săng, P. Tân Sơn Nhì, Q. Tân Phú
ĐT: 2676463 8107718
Email: alphabookcenter@yahoo.com

Xin trân trọng cảm ơn!

Tác giả

BẢNG CÁC ĐẠI LƯỢNG VẬT LÍ DÙNG TRONG SÁCH VẬT LÍ 12

Tên đại lượng	Kí hiệu	Tên đơn vị	Kí hiệu
Lực	F	niutơn	N
Gia tốc	a	mét trên giây bình phương	m/s^2
Chu kì	T	giây	s
Tần số	f	héc	Hz
Tần số góc	ω	radian trên giây	rad/s
Năng lượng	W,Q	jun	J
Trọng lực	P	niutơn	N
Vận tốc	v,V	mét trên giây	m/s
Cường độ âm thanh	I	oát trên mét vuông	w/m^2
Mức cường độ âm	L	ben, đềxiben	B, dB
Bước sóng	λ	mét	m
Suất điện động	e, **E**	vôn	V
Hiệu điện thế	u, U	vôn	V
Cường độ dòng điện	I	ampe	A
Từ thông	Φ	vebe	Wb
Điện trở	r, R	ôm	Ω
Điện dung	C	fara	F
Độ tự cảm	L	henry	H
Dung kháng	Z_C	ôm	Ω
Cảm kháng	Z_L	ôm	Ω
Tổng trở	Z	ôm	Ω
Khoảng vân	i	mét	m
Công suất	p, P	oát	w
Lượng tử năng lượng	ε	jun	J
Từ cảm	B	tesla	T
Điện trường	E	vôn trên mét	V/m
Công suất biểu kiến	P	von.ampe	V/A
Độ cứng lò xo	k	niutơn trên nét	N/m
Năng lượng liên kết	W_{lk}	êlectron von; đvklnt.c^2	eV uc^2
Hoạt độ phóng xạ	H	beccơren, cari	Bq, Ci

Chương I

CƠ HỌC VẬT RẮN QUAY

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

Khi vật rắn quay quanh một trục cố định, mọi điểm trên vật sẽ vạch nên những quỹ đạo tròn trong các mặt phẳng vuông góc với trục quay, có tâm nằm trên trục quay và có bán kính quét được các góc ở tâm bằng nhau trong những khoảng thời gian như nhau. Vì vậy, để đặc trưng cho chuyển động, có các đại lượng động học và các đại lượng động lực học:

1. Các đại lượng động học

Vận tốc góc: $\omega_{tb} = \dfrac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ (rad/s), $\omega_{tt} = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \varphi'(t)$ (rad/s)

Gia tốc γ: $\gamma_{tb} = \dfrac{\Delta\omega}{\Delta t}$ (rad/s^2), $\gamma_{tt} = \omega'(t) = \varphi''(t)$ (rad/s^2)

Các công thức về chuyển động quay biến đổi đều

$$\gamma = \text{const}; \quad \omega = \omega_0 + \gamma t; \quad \varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2; \quad \omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma(\varphi - \varphi_0)$$

Lưu ý: Trong chuyển động tròn không đều, gia tốc: $\vec{a} = \overrightarrow{a_n} + \overrightarrow{a_t}$

(trong đó gia tốc pháp tuyến $a_n = \dfrac{v^2}{R} = \omega^2 R$ và gia tốc tiếp tuyến $a_t = R\gamma$)

2. Các đại lượng động lực học

– *Momen lực* là đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực, được đo bằng tích của lực và cánh tay đòn của nó:

$$M = Fd = rF\sin\varphi \text{ (Nm)}; \qquad \text{trong đó: } \varphi = (\vec{r}, \vec{F})$$

momen lực có giá trị dương nếu làm cho vật quay theo chiều dương đã chọn và ngược lại.

– *Quy tắc momen:* muốn cho vật rắn quay được quanh một trục cố định ở trạng thái cân bằng thì tổng đại số các momen đối với trục quay đó của các lực tác dụng vào vật bằng không: $\Sigma M = 0$

– *Điều kiện cân bằng tổng quát:*

* Tổng các lực tác dụng vào vật bằng không:

$$\Sigma\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \end{cases}$$

* Tổng các momen lực đối với một trục bất kì bằng 0.

$$\Sigma M = 0$$

– *Trọng tâm* (khối tâm) là vị trí đặt trọng lực, được xác định:

$$x_G = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i}; \qquad y_G = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m_i};$$

Lưu ý: Đối với một vật không có trục quay cố định, vật sẽ quay quanh một trục đi qua trọng tâm nếu nó chịu tác dụng của một ngẫu lực, trục quay vuông góc với mặt phẳng chứa ngẫu lực.

– *Phương trình cơ bản của chuyển động quay* (định luật II Newtơn)

$$M = I\gamma = \gamma.\Sigma m_1 r_i^2$$

($I = \Sigma m_1 r_i^2$ là momen quán tính của vật đối với trục quay, là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của vật chuyển động quay, đơn vị là $kg.m^2$).

* *Momen quán tính của một số vật đồng chất có khối lượng M*

– Vành tròn hay hình trụ rỗng, mỏng, có trục quay đối xứng: $I = MR^2$

– Đĩa tròn hay hình trụ đặc, có trục quay đối xứng: $I = \frac{1}{2}MR^2$

– Quả cầu đặc, có trục quay đi qua tâm: $I = \frac{2}{5}MR^2$.

– Thanh mảnh, có trục quay là đường trung trực của thanh: $I = \frac{1}{12}Ml_2$

– Thanh mảnh, trục quay đi qua đầu thanh và vuông góc: $I = \frac{1}{3}Ml_2$

3. Momen động lượng – Định luật bảo toàn momen động lượng

– *Momen động lượng L* của một vật rắn đối với một trục quay là đại lượng đo bằng tích của momen quán tính và vận tốc góc của vật trong chuyển động quay: $L = I\omega = rmv$ ($kg.m^2/s$)

(L luôn cùng dấu với vận tốc góc ω: $\omega > 0 \Rightarrow L > 0$ và $\omega < 0 \Rightarrow L < 0$)

– *Định lí:* Độ biến thiên của momen động lượng trong một khoảng thời gian bằng tổng các xung của các momen lực tác dụng lên vật trong khoảng thời gian đó:

$$\Delta l = M\Delta t = I_2\omega_2 - I_1\omega_1$$

– *Định luật bảo toàn momen động lượng:* Nếu tổng các momen lực tác dụng lên vật hay hệ vật bằng 0 thì momen động lượng của vật hay hệ vật đó bảo toàn:

$$\Delta l = 0 \Rightarrow I_1\omega_1 = I_2\omega_2$$

4. Về mặt năng lượng

– *Động năng* của vật rắn quay quanh một trục cố định: $W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2$

– *Định lí động năng:* Độ biến thiên động năng vật quay bằng tổng công ngoại lực: $\Delta W_đ = W_{đ2} - W_{đ1} = \frac{1}{2}I(\omega_2^2 - \omega_1^2) = A$

– *Định lí trục song song:* $I_\Delta = I_G + md^2$

(Δ là trục bất kì song song với trục đi qua khối tâm G, d là khoảng cách vuông góc giữa trục Δ và trục song song đi qua G)

II. PHÂN LOẠI BÀI TẬP

Chủ đề 1 CHUYỂN ĐỘNG QUAY CỦA VẬT RẮN QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Ngoài các công thức đã được cung cấp ở trên, để giải tốt các bài tập loại này cần nắm vững các công thức xác định các đại lượng trong chuyển động tròn đối với chất điểm.

$$\varphi = \frac{s}{R} \text{ (rad)}$$

(s là độ dài cung mà bán kính R quét được trong thời gian t)

$$\omega = \frac{\varphi}{t} \text{ (rad/s)} = 2\pi n$$

(ω là vận tốc góc, n là số vòng quay trong 1đơn vị thời gian)

$$T = \frac{1}{n} = \frac{2\pi}{\omega} \text{ (s)}$$

(T là chu kì quay của chuyển động).

$v = \omega R = 2\pi nR = \frac{2\pi}{T}R$ (m/s) (v là vận tốc dài trên quỹ đạo tròn).

$a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$ (m/s^2) (a là gia tốc hướng tâm của chất điểm).

Các bước giải toán:

– Phân tích đề ra (phân tích chuyển động, phân tích lực nếu có)

– Áp dụng các công thức thích hợp với bài toán

– Kết hợp với các điều kiện của bài ra ⇒ tính chất chuyển động,

– Phân tích và loại trừ các đáp án không phù hợp.

– Tính toán nhanh các đại lượng theo yêu cầu bài ra ⇒ chọn đáp án

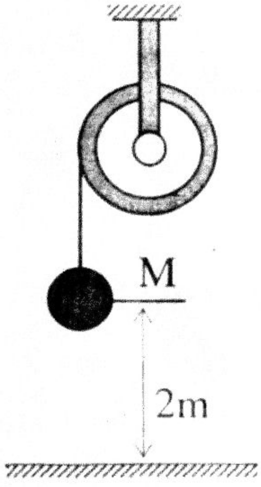
B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 1.1.

Một ròng rọc có bán kính $R = 5cm$ *có thể quay quanh một trục nằm ngang với momen quán tính* $I = 2,5.10^{-3}kgm^2$.

a. Cuốn đầu một sợi dây vào ròng rọc và buộc đầu kia của dây vào hòn bi có trọng lượng $P = 30N$ *(hình 1.1). Giả sử lúc đầu bi ở cách mặt đất 2m, thả cho bi rơi không vận tốc đầu, xác định vận tốc góc* ω *của ròng rọc khi bi chạm đất.*

b. Thay hòn bi bằng lực kéo theo phương ngang có độ lớn $F = P = 30N$*. Xác định vận tốc góc* ω' *của ròng rọc sau khi kéo dây được 2m.*



Hình 1.1

Bài giải:

Cho: $R = 5cm$; $I = 2,5.10^{-3}kgm^2$.

$P = 30N$; $F = P = 30N$; $s = 2$ m.

Xác định: a. ω =?; b. ω' = ?

Phân tích: Bài toán không đề cập đến khối lượng của ròng rọc mà chỉ đề cập đến mômen quán tính của ròng rọc nên không thể áp dụng phương pháp động lực để giải bài toán được. Để giải bài toán dạng này ta cần áp dụng định lí động năng: sự biến thiên động năng của ròng rọc $W_{đ2} - W_{đ1} = (\frac{I\omega^2}{2} + \frac{mv^2}{2}) - 0$ bằng công của ngoại lực tác dụng lên ròng rọc đó $A = P.h$, từ đó ta xác định được vận tốc góc ω bằng việc giải phương trình trên.

Giải

a. Áp dụng định lí động năng:

$$P.h = (\frac{I\omega^2}{2} + \frac{mv^2}{2}) - 0 \Rightarrow 2P.h = I\omega^2 + mv^2$$

vì $v = \omega R \Rightarrow mv^2 = m\omega^2 R^2$

$$2P.h = \omega^2(I + mR^2) \Rightarrow \omega^2 = \frac{2.P.h}{(I + mR^2)} = \frac{2.30.2}{(2,5.10^{-3} + 3.25.10^{-4})}$$

$$\Rightarrow \omega^2 = 12000 \Rightarrow \omega = 109,5rad/s$$

b. Khi kéo ròng rọc bằng lực F thì công của lực F trên đoạn đường s = 2m làm tăng động năng của ròng rọc, vì vậy.

$$F.s = \frac{I\omega'^2}{2} \Rightarrow \omega'^2 = 48000 \Rightarrow \omega' = 219\text{rad/s}$$

Đáp số: a. $\omega = 109{,}5$rad/s; b. $\omega' = 219$rad/s

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

1.2. Một bánh đà bằng thép (khối lượng phân bố đều ở vành) có đường kính 2m quay đều 900vòng/phút quanh một trục nằm ngang qua tâm của bánh ở độ cao 2,05m so với mặt đất. Momen quán tính của bánh đà là $I = 10\text{kg.m}^2$. Hãy xác định:

a. Khối lượng của bánh đà.

b. Vận tốc dài tại 1 điểm ở vành bánh đà.

c. Khi đang quay thì tại điểm cao nhất có một mảnh thép nhỏ M bị bắn khỏi bánh đà. Tính vận tốc v_D của mảnh đó khi nó chạm đất.

d. Sau khi hãm, bánh đà quay thêm được 50 vòng mới dừng lại. Xác định momen ngẫu lực hãm.

Đáp số: a. m = 10kg; b. v = 94,2m/s.
c. $v_D = 19{,}5$m/s; d. M = −141,3N.m.

1.3. Trong môn ném búa, một vận động viên tăng tốc của búa bằng cách quay búa quanh người. Búa có khối lượng 7,3 kg và có bán kính quỹ đạo 2m. Sau khi quay được 4 vòng, người thả tay và cho búa bay ra với tốc độ 28m/s. Giả sử tốc độ góc của búa tăng đều. Hãy xác định:

a. Gia tốc góc của búa.

b. Gia tốc tiếp tuyến và gia tốc hướng tâm ngay trước khi thả búa.

c. Lực vận động viên tác dụng vào búa ngay trước khi thả và góc giữa lực này với bán kính quỹ đạo của búa.

Đáp số: a. $\gamma = 3{,}9$ rad/s^2; b. $a_t = 7{,}8$m/s^2, $a_{ht} = 392$m/s^2.
c. $F \approx 2860$ N, $\varphi = 1{,}14^0$.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1.4. Một vật quay quanh một trục với gia tốc không đổi. Sau thời gian t, số vòng quay được tỉ lệ với

A. $n \sim \sqrt{t}$ B. $n \sim t$ C. $n \sim t^2$ D. $n \sim t^3$.

1.5. Một bánh xe quay nhanh dần đều từ nghỉ, sau 10s đạt được vận tốc góc 20rad/s. Trong 10 giây đó bán kính của bánh xe quay được một góc

A. $\varphi = 2$ rad. B. $\varphi = 100$ rad C. 4 rad. D. $\varphi = 20$ rad.

1.6. Trong các chuyển động quay sau đây, chuyển động nào quay nhanh dần đều theo chiều dương:

A. $\omega = 1,5\text{rad/s}, \gamma = 0$.
B. $\omega = 1,5 \text{ rad/s}, \gamma = 0,5\text{rad/s}^2$
C. $\omega = 1,5\text{rad/s}, \gamma = -0,5\text{rad/s}^2$.
D. $\omega = -1,5 \text{ rad/s}, \gamma = 0,5\text{rad/s}^2$

1.7. Một bánh xe ban đầu có vận tốc góc $\omega_0 = 20\pi$ rad/s, quay chậm dần đều và dừng lại sau thời gian t = 20s. Gia tốc của chuyển động là

A. $\gamma = 2\pi \text{ rad/s}^2$.
B. $\gamma = -2\pi \text{ rad/s}^2$.
C. $\gamma = \pi \text{ rad/s}^2$.
D. $\gamma = -\pi \text{ rad/s}^2$.

1.8. Một bánh xe đang quay với vận tốc góc $\omega_0 = 20\pi$ rad/s, thì bắt đầu quay chậm dần đều và dừng lại sau thời gian t = 20s. Số vòng quay được cho đến khi dừng hẳn là

A. n = 100 vòng.
B. n = 300 vòng.
C. n = 200 vòng.
D. n = 400 vòng.

1.9. Một bánh xe quay nhanh dần đều từ nghỉ quanh trục quay của nó. Các thành phần gia tốc a_t và a_{ht} của một điểm tại P nằm cách trục quay một đoạn r theo γ, r và t là

A. $a_t = r\gamma,\ a_{ht} = r\gamma^2t^2$.
B. $a_t = r^2\gamma,\ a_{ht} = r\gamma^2t^2$.
C. $a_t = r\gamma,\ a_{ht} = r\gamma t^2$.
D. $a_t = r\gamma,\ a_{ht} = r\gamma t$.

1.10. Một bánh xe quay nhanh dần đều từ nghỉ quanh trục quay của nó. Gọi góc φ là góc giữa véctơ gia tốc $\vec{a}$ và bán kính nối P với tâm quay. Biểu thức của φ theo số vòng quay N sẽ là

A. $\text{cotg}\varphi = 4\pi N$.
B. $\text{cotg}\varphi = 2\pi N$.
C. $\text{cotg}\varphi = \pi N$.
D. $\text{cotg}\varphi = 3\pi N$.

1.11. Một đĩa mài quay với gia tốc không đổi $\gamma = 0,35 \text{ rad/s}^2$. Đĩa bắt đầu quay từ nghỉ ở vị trí góc $\varphi_0 = 0$. Vận tốc góc, số vòng quay sau 18s sẽ là

A. $\omega = 6,3$rad/s, n = 9 vòng.
B. $\omega = 0,63$rad/s, n = 9 vòng.
C. $\omega = 6,3$rad/s, n = 90 vòng.
D. $\omega = 0,63$rad/s, n = 90 vòng.

1.12. Một đĩa mài quay với gia tốc không đổi $\gamma = 0,35 \text{ rad/s}^2$. Giả sử lúc đầu đĩa đã có vận tốc góc $\omega_0 = -4,6$rad/ ở vị trí góc $\varphi_0 = 0$. Thời điểm để đĩa dừng lại là

A. t = 13s.
B. t = 1,3s.
C. t = 6,5s.
D. t = 26s.

1.13. Một mômen lực không đổi tác dụng vào vật có trục quay. Trong các đại lượng sau đây, đại lượng nào không phải là hằng số?

A. Gia tốc góc.
B. Vận tốc góc.
C. Momen quán tính.
D. Khối lượng.

1.14. Một lực 10N tác dụng theo phương tiếp tuyến ở vành ngoài của một bánh xe có đường kính 80cm. Bánh xe quay từ nghỉ và sau 15s thì quay được một vòng đầu tiên. Mômen quán tính của bánh xe là

A. $I = 0,72 kg.m^2$. B. $I = 0,96\ kg.m^2$.

C. $I = 1,8\ kg.m^2$. D. $I = 4,5\ kg.m^2$.

1.15. Một đĩa tròn bán kính $R = 12cm$ và khối lượng $m = 1kg$, chuyển động quay nhờ momen ngẫu lực không đổi đối với trục quay của đĩa. Bỏ qua ma sát và mọi lực cản.

a. Mômen quán tính của vật đối với trục quay đi qua tâm đĩa là

A. $I = 7,2.10^{-3} kg.m^2$. B. $I = 7,2 kg.m^2$.

C. $I = 7,2.10^{-2} kg.m^2$. D. $I = 0,72.10^{-3} kg.m^2$.

b. Để đĩa đạt được vận tốc góc bằng $\omega = 33,33$ vòng/phút sau khi đĩa quay được trọn 2 vòng thì monen ngẫu lực M tác dụng vào đĩa sẽ là

A. $M = 34,8$ Nm; B. $M = 7,96.10^{-3}$ Nm.

C. $M = 12,53$ Nm; D. $M = 3,48.0^{-3}$ Nm.

1.16. Một thanh đồng chất khối lượng m, chiều dài L, có thể quay tự do quanh một bản lề gắn với tường. Thanh được giữ nằm ngang rồi thả cho rơi. Tại thời điểm bắt đầu thả thanh thì:

a. Gia tốc góc của thanh là

A. $\gamma = \frac{2}{3}\frac{g}{L}$. B. $\gamma = \frac{3}{2}\frac{g}{L}$. C. $\gamma = 3\frac{L}{g}$. D. $\gamma = 2\frac{g}{L}$.

b. Gia tốc dài của đầu thanh là

A. $a_t = \frac{2g}{3}$; B. $a_t = \frac{3g}{2}$; C. $a_t = \frac{3L}{2}$; D. $a_t = \frac{1g}{3}$.

1.17. Để nâng một đầu tấm ván phẳng, đồng chất, tiết diện đều lên cao tạo góc nghiêng 30^0 so với mặt đất nằm ngang, cần tác dụng lên đầu ván đó một lực $F = 20N$ theo hướng thẳng đứng từ dưới lên.

a. Trọng lượng của tấm ván đó là

A. Không xác định được vì không biết chiều dài tấm ván.

B. $P = 40N$. C. $P = 10N$. D. $P = 20N$.

b. Độ lớn của F'cần tác dụng theo phương vuông góc với mặt ván tại đầu ván để ván vẫn nghiêng 30^0 là

A. Không xác định được vì không biết chiều dài tấm ván.

B. $F' = 17,2N$. C. $F' = 4,3N$. D. $F' = 20N$.

Chủ đề 2 CÂN BẰNG CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Để giải các bài tập trong chủ đề này cần nắm vững các khái niệm và công thức tính các đại lượng sau đây:

Momen lực: $M = Fd = rF\sin\varphi$ (Nm).

Quy tắc momen lực: $\Sigma M = 0$.

Momen quán tính: $I = \Sigma m_i r_i^2$.

Trọng tâm của vật rắn và các điều kiện cân bằng của vật rắn.

Từ đó viết được phương trình cơ bản: $M = I\gamma$ của chuyển động và tìm các đại lượng theo yêu cầu của bài toán. Trong quá trình giải cần chú ý thống nhất đơn vị của các đại lượng trong bài toán.

Các bước giải toán:

+ Chọn hệ trục toạ độ (thường là hệ toạ độ vuông góc)

+ Phân tích các lực tác dụng vào hệ

+ Viết phương trình cơ bản theo định luật II Newtơn (phương trình momen)

+ Giải để tìm các đại lượng theo yêu cầu bài toán.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 2.1

Một vật hình trụ đồng chất chiều cao h = 4cm, bán kính OA = 12cm, bên trong có một lỗ rỗng hình trụ đường kính OB = 8cm có trục song song với trục khối trụ, khối lượng của vật là m = 2,4kg (hình 1.2). Xác định:

a. Vị trí trọng tâm của vật.

b. Xác định độ lớn của lực F hướng thẳng đứng đi lên vào điểm A của vật sao cho vật vẫn đứng yên ở vị trí có góc $\widehat{ABC} = 45^0$.

Bài giải:

Cho: h = 4cm, OA = 12cm; OB = 8cm;

m = 2,4kg; $\widehat{ABC} = 45^0$.

Xác định: Vị trí G; F = ?

Phân tích:

Để xác định được vị trí trọng tâm của vật trong trường trường hợp khi đã bị khoét đi một phần (vật không còn đối xứng) ta cần sử dụng các điều kiện cân bằng của vật khi chịu tác dụng của các lực (trọng lực). Bài toán quy về xác định điểm đặt lực tổng hợp các lực song song cùng chiều. Từ đó bằng một số phép tính ta có thể xác định được vị trí theo yêu cầu bài toán.

Để vật đứng yên được ở vị trí có góc $\widehat{ABC} = 45^0$, ta cần áp dụng các điều kiện cân bằng tổng quát: $\sum M = 0$ và $\sum F = 0$;

Giải:

a. Vì các khối là đồng chất (hình 1.2):

$r_1 = 12cm$ và $r_2 = 4cm$ nên $m_1 = 9m_2 \Rightarrow P_1 = 9P_2$.

+ Vì $P_1 = 24N \Rightarrow P = 9P_1/8 = 27N$ (khối trụ đặc).

+ Trọng lượng của phần bị khoét đi là:

$$P_2 = 27/9 = 3N.$$

+ Hợp lực của P_1, P_2 là P đặt tại O sao cho:

$P = P_1 + P_2$ và $P_1/P_2 = OG'/OG \Rightarrow OG = 0,5m$

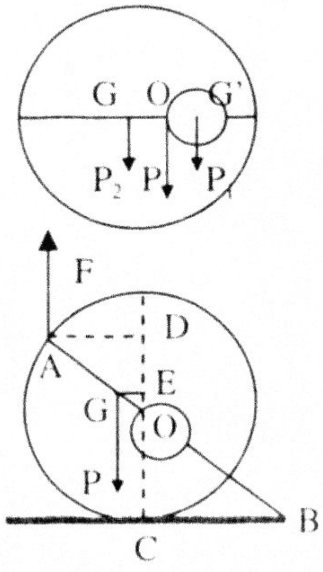
G ở cách đáy vật một đoạn $h/2 = 2cm$

b. Để vật không quay quanh C thì tổng đại số các momen lực đối với C bằng 0:

$F.\ AD = P.GE \Rightarrow F = P.GO/AO = 1N$

Lực F phải hướng thẳng đứng lên để momen lực của nó ngược chiều với momen của P.

Đáp số: $OG = 0,5m$; $F = 1N$



Hình 1.2

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

2.2. Một khối trụ có khối lượng $m = 3kg$, đường kính $D = 6cm$, chiều cao $h = 8cm$ được đặt trên mặt bàn nằm ngang.

a. Xác định điểm đặt và độ lớn của lực F nhỏ nhất theo phương nằm ngang để có thể làm cho khối này bị lật đổ (quay quanh điểm O ở đáy khối)

b. Biết rằng hệ số ma sát trượt $k = 0,4$, xác định lực F' theo phương ngang cần thiết để kéo khối trụ trượt thẳng đều trên mặt bàn.

Đáp số: a. $F > 10N$; b. $d' < 7,5cm$

2.3. Thanh AB dài 7,0m có trục quay đi qua O có $OA = 2,0m$. Tác dụng một lực 50N vào đầu A và 200N vào đầu B đều có hướng đi xuống. Hỏi phải đặt lực tác dụng 300N có hướng đi lên vào vị trí M nào để thanh cân bằng (bỏ qua trọng lượng của thanh)

Đáp số: $OM = 3,0m$.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

2.4. Thanh chắn đường $AB = 7,8m$ có khối lượng $m = 210kg$. Có trọng tâm cách đầu A một khoảng 1,2m. Thanh có thể quay quanh một trục nằm ngang cách đầu A một đoạn bằng 1,5m. Lấy $g = 10\ m/s^2$, phải tác dụng vào B một lực bằng bao nhiêu để thanh nằm ngang?

A. F = 1000N. B. F = 500N

C. F = 100N. D. F = 400N.

2.5. Một sàn quay hình trụ đặc có khối lượng: M = 100kg, bán kính R = 1,5 m, ở mép sàn có 1 vật khối lượng m = 50kg. Momen quán tính của hệ là

A. $I = 220\ kgm^2$. B. $I = 225\ kgm^2$.

C. $I = 230\ kgm^2$. D. một đáp án khác.

2.6. Một bánh đà có dạng hình trụ đặc có khối lượng M = 10kg, bán kính R = 20cm, đang ở trạng thái nghỉ thì chịu tác dụng 1 momen có độ lớn 30N.m. Sau 10s bánh đà quay 1 góc φ bằng

A. 6500 rad. B. 7500 rad.

C. 8425 rad. D. một đáp án khác.

2.7. Một người có khối lượng m = 50kg đứng ở mép sàn quay hình tròn đường kính 4m, có khối lượng M = 200kg. Bỏ qua ma sát ở trục quay. Lúc đầu hệ đứng yên. Người bắt đầu chuyển động với vận tốc 5m/s (so với đất) quanh mép sàn. Vận tốc góc của sàn khi đó là

A. ω = −1,5 rad/s. B. ω =1,75 rad/s.

C. ω = −0,625 rad/s. D. ω = 1,5 rad/s.

2.8. Một dây ăng-ten được căng nằm ngang giữa tường và đỉnh của một cột chống thẳng đứng nhờ một sợi cáp kéo xuống theo phương chếch 30^0 so với cột. Lực căng của sợi dây cáp có độ lớn F = 400N.

a. Lực tác dụng lên tường có độ lớn là

A. T = 346N. B. T = 283N. C. T = 231N. D. T = 200N.

b. Áp lực lên đầu cột chống là

A. N = 200N. B. N = 89N. C. N = 341N. D. N = 345N.

2.9. Một toa xe có trọng lượng P = 5000N được giữ cho đứng yên trên đoạn đường ray có độ dốc 1/25 bằng một lực hãm (biết rằng cứ đi dọc theo đường ray 25m thì độ cao lại tăng thêm 1m).

a. Bỏ qua ma sát, cần tác dụng vào toa xe đó một lực hãm F có độ lớn tối thiểu bằng bao nhiêu? theo hướng nào ? Chọn đáp án đúng:

A. F = 201N theo phương nằm ngang về phía lên dốc

B. F = 200N hướng lên, song song với đường ray.

C. F = 4994N hướng lên, vuông góc với đường ray.

D. F = 5000N theo hướng thẳng đứng lên.

b. Khi tác dụng một lực F' = 250N vào toa xe làm cho nó chuyển động thẳng đều lên dốc, lực ma sát xuất hiện giữa bánh xe và đường ray là

A. F_{ms} = 49N hướng xuống, song song với đường ray.

B. F_{ms} = 50N hướng xuống, song song với đường ray.

C. F_{ms} = 250N hướng xuống, song song với đường ray.

D. F_{ms} = 0N

2.10. Treo một khối thép vào lực kế theo phương thẳng đứng, thấy số chỉ của lực kế là 20N. Đặt khối thép này lên mặt phẳng nghiêng một góc α so với mặt phẳng nằm ngang rồi móc lực kế vào và kéo khối thép trượt thẳng đều lên đỉnh dốc thì thấy lực kế chỉ 10N (bỏ qua ma sát):

a. Độ lớn góc α của mặt phẳng nghiêng đó là

A. $\alpha = 45^\circ$. B. $\alpha = 25^\circ35$.

C. $\alpha = 60^\circ$. D. $\alpha = 30^\circ$.

b. Phản lực N của mặt phẳng nghiêng tác dụng lên khối thép là

A. N = 10N. B. N = 27,9N.

C. N = 14,4N. D. N = 17,32N.

2.11. Một ôtô khối lượng m = 1,5 tấn đang đỗ ở điểm C trên một mặt cầu phẳng được đỡ bởi hai trụ A và B cách nhau 15m, khoảng cách CA = 10m. Trọng lượng cầu là P' = 75000N. Áp lực N_A, N_B tác dụng lên các trụ đỡ A và B là

A. N_A = 42500N, N_B = 47500N. B. N_A = 7500N, N_B = 2500N.

C. N_A = 6000N, N_B = 3000N. D. N_A = 1000N, N_B = 5000 N.

2.12. Trên một thanh AB dài 8m có khối lượng không đáng kể, đặt các trọng vật: m_1 = 2,0kg tại A, m_2 = 3,0kg tại C có AC = 0,5m, m_3 = 2,5kg tại D có AD = 3m và m_4 = 4,0kg tại B. Vị trí trọng tâm của hệ vật cách A một khoảng là

A. AG = 3,57m. B. AG = 3,72m.

C. AG = 3,39m. D. AG = 4,86m.

2.13. Có 4 vật nằm trong mặt phẳng (x,y). Vật 1 có khối lượng 5kg ở toạ độ (0,0)m. Vật 2 có khối lượng 3kg ở toạ độ (0,4)m. Vật 3 có khối lượng 4kg ở toạ độ (3,0)m. Hỏi vật 4 có khối lượng 8kg đặt ở đâu để trọng tâm của hệ có toạ độ (0,0)m?

A. M_4(1,5; 1,5)m. B. M_4(–1,5, 0)m.

C. M_4(–1,65; 0)m. D. M_4(–1,5, –1,5)m.

Chủ đề 3

PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN CHUYỂN ĐỘNG QUAY CỦA VẬT RẮN QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Để giải nhanh các bài toán dạng này cần nắm vững:

– Phương trình cơ bản của chuyển động quay (Định luật II Newtơn)

$$M = I\gamma = \gamma.\ \Sigma m_1 r_i^2$$

($I = \Sigma m_1 r_i^2$ là momen quán tính của vật đối với trục quay, là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của vật chuyển động quay, đơn vị là kg.m^2)

– Các biểu thức tính momen quán tính của một số vật đồng chất như: Vành tròn hay hình trụ rỗng, mỏng, có trục quay là trục đối xứng:$I = MR^2$; Đĩa tròn hay hình trụ đặc, có trục quay là trục đối xứng: $I = \frac{1}{2}MR^2$; Quả cầu đặc, có trục quay đi qua tâm:$I = \frac{2}{5}MR^2$; Thanh mảnh, có trục quay là đường trung trực của thanh: $I = \frac{1}{12}Ml_2$; Thanh mảnh, có trục quay đi qua một đầu của thanh và vuông góc: $I = \frac{1}{3}Ml_2$...

Các bước giải toán:

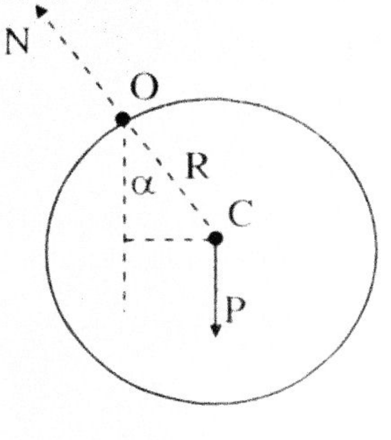
+ Phân tích bài toán, viết phương trình chuyển động của vật
+ Áp dụng của công thức về momen cho trường hợp cụ thể
+ Thay các công thức và số liệu đã cho và tính nhanh các đại lượng
+ Biện luận và trả lời.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 3.1

Một vành tròn có bán kính R = 100cm, có thể dao động quanh trục Δ vuông góc với mặt phẳng chứa vành đó và đi qua điểm O của vành (hình vẽ 1.3). Biết rằng mômen quán tính của vành là I = 0,4kgm^2.

a. Xác định khối lượng của vành tròn.



Hình 1.3

b. Đẩy vành lệch khỏi vị trí cân bằng một góc α = 0,02rad rồi thả ra không có vận tốc đầu, xác định gia tốc góc của vành *c. Khi góc lệch ban đầu là $\alpha_0 = 90^0$, xác định vận tốc của tâm vành tròn tại vị trí cân bằng.*

d. Đẩy vành lệch khỏi vị trí cân bằng một góc α rồi thả ra không có vận tốc đầu. Xác định góc lệch ban đầu để tâm vành tròn quay được 180^0.

Bài giải:

Cho: $R = 100cm; I = 0,4kgm^2$;

$\alpha = 0,02rad; \alpha_0 = 90^0; \varphi = 180^0$

Xác định: $m = ?; \gamma = ?; v = ?; \alpha_0 = ?$

Phân tích:

Trong quá trình dao động, vành chịu tác dụng của trọng lực vì vậy để xác định các đại lượng như yêu cầu của bài toán, ta phải áp dụng phương trình động lực học cho vật rắn quay. Bằng cách chọn chiều dương là chiều quay theo chiều ngược kim đồng hồ: $-mg.R.\sin\alpha + N.0 = I\varphi'' = I\gamma$ từ đó ta có thể suy ra gia tốc góc γ của chuyển động.

Vì không kể đến các tác động của ngoại lực khi ta xét hệ vành với điểm treo nên cơ năng của hệ bảo toàn, áp dụng định luật bảo toàn cơ năng với chọn mốc thế năng là điểm thấp nhất của vành khi vành nằm ở vị trí cân bằng ta sẽ xác định được vận tốc v của vật tại vị trí cân bằng. Cũng từ đó ta có thể xác định được góc quay của tâm phải bằng 2 lần góc lệch ban đầu.

Giải

a. Áp dụng công thức: $I = mR^2 + mR^2$

$$\Rightarrow m = \frac{I}{2R^2} = 0,2kg$$

b. Theo bài ra áp dụng phương trình động lực học cho vật rắn quay (chọn chiều dương là chiều quay theo chiều ngược kim đồng hồ), ta có:

$$-mg.R.\sin\alpha + N.0 = I\varphi'' = I\gamma$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{-mgR.\sin\alpha}{I} = -5\sin\alpha = -0,1rad/s^2$$

c. Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng với chọn mốc thế năng là điểm thấp nhất của vành khi vành nằm ở vị trí cân bằng.

$$mgR = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}I\frac{v^2}{R^2} = 0,2\frac{v^2}{R^2}$$

$$v^2 = \frac{mgR}{0,2} = \frac{0,2.10.1}{0,2} = 10 \Rightarrow v = \sqrt{10} \approx 3,163m/s$$

d. Theo định luật bảo toàn cơ năng thì: Trong quá trình chuyển động, thế năng của vành tròn lúc cuối phải bằng thế năng lúc đầu. Vị trí cuối phải đối xứng, ở cùng độ cao với vị trí đầu của tâm vành tròn. Góc quay của tâm phải bằng 2 lần góc lệch ban đầu.

⇒ Để góc quay $\varphi = 180^0$ thì $\alpha_0 = 90^0$.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

3.2. Một sợi dây không giãn luồn qua ròng rọc bán kính R = 10cm, hai đầu dây treo hai vật A và B có cùng khối lượng M = 0,2kg. Khi treo thêm vào dưới vật A một vật C có khối lượng m = 0,005kg thì vật A chuyển động thẳng đứng từ trên xuống và đi được đoạn đường s = 1,80m trong thời gian t = 6s. Hãy xác định:

a. Gia tốc góc γ của ròng rọc.

b. Lực căng T của dây treo A và T' của dây treo B.

c. Momen quán tính I của ròng rọc đối với trục quay của nó.

d. Khối lượng của ròng rọc.

Đáp số: a. = 1,0rad/s^2; b. T = 1,985N, T' = 1,980N.
c. $I = 8{,}5.10^{-7}$kg.m^2; d. $m_0 = 17.10^{-2}$ kg

3.3. Một thanh thép thẳng khối lượng không đáng kể tựa lên giá đỡ B, khi có vật khối lượng m = 50kg treo tại điểm C. Cho $AB = x_1 = 1{,}5$m, $BC = x_2 = 0{,}5$m, g = 9,8m/s^2. Xác định lực F do bản lề tác dụng lên đầu A của thanh.

Đáp số: F = 163N

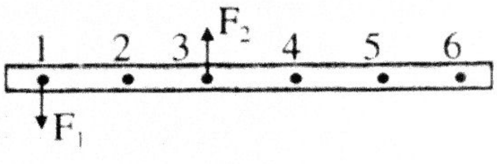
D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

3.4. Trên mặt bàn phẳng nằm ngang có 2 khối thép khối lượng m_A = 100g và m_B = 200g liên kết với nhau bởi một lò xo bị nén có khối lượng không đáng kể. Khoảng cách giữa các trọng tâm của A và B là AB = 15cm. Khi đốt sợi chỉ buộc giữa A và B thì hai khối này trượt không ma sát trên mặt bàn. Khối tâm G của hệ cách khối tâm của vật B một đoạn:

A. BG = 1,0cm; B. BG = 1,25cm
C. BG = 1,5cm; D. BG = 5,0cm

3.5. Thanh kim loại khối lượng không đáng kể. Tác dụng vào thanh các lực F_1 = 100N và F_2 = 300N ở các vị trí như hình 1.4. Để thanh nằm cân bằng, trục quay của thanh phải đi qua điểm:

A. 5; B. 2; C. 6; D. 4



Hình 1.4

3.6. Viên bi có khối lượng m = 20g buộc vào sợi dây không giãn dài l = 100cm nối với đầu trên của trục sắt thẳng đứng tại tâm của một đĩa tròn (hình 1.5). Viên bi nằm sát mặt đĩa, cách tâm đĩa 50cm. Hệ số ma sát giữa bi và mặt đĩa là k = 0,1.

a. Để bi vẫn nằm yên trên đĩa thì vận tốc góc của đĩa lớn nhất phải bằng

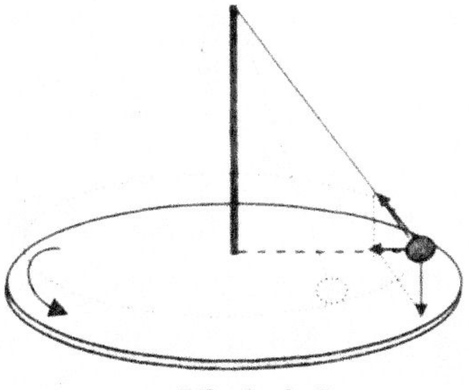
A. $\omega = 1414$rad/s. B. $\omega = 2{,}14$rad/s.

C. $\omega = 2{,}0$ rad/s. D. $\omega = 4{,}14$rad/s.

b. Góc hợp bởi dây treo và trục quay thẳng đứng là

A. $\alpha = 30^0$. B. $\alpha = 45^0$.

C. $\alpha = 60^0$. D. $\alpha = 15^0$.



Hình 1.5

3.7. Một khung bằng dây thép hình tam giác đều mỗi cạnh có khối lượng m và chiều dài *l* đứng yên được trên bàn tại đỉnh A nhờ dây treo thẳng đứng tại đỉnh B (hình 1.6). Cạnh đáy AB của khung nghiêng 30^0 so với phương nằm ngang. Lực căng T của dây có thể là:

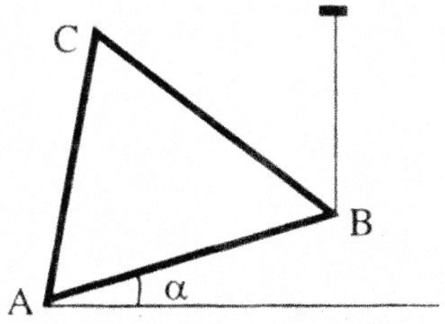
A. T = mg/3. B. T = mg*l*.

C. T = mg. D. T = 3mg.

3.8. Để đẩy một thùng phuy có đường kính D = 70cm và trọng lượng P = 2000N lên bậc thềm cao h = 20cm. Cần phải tác dụng vào thùng đó một lực theo phương tiếp tuyến với mặt thùng và có độ lớn nhỏ nhất là

A. F = 4213N. B. F = 2000N.

C. F = 1807N. D. F = 4000N.

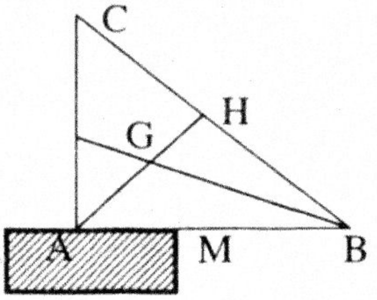


Hình 1.6

3.9. Một khối đồng chất có tiết diện là tam giác vuông cân ABC với 2 cạnh góc vuông AB = AC = L = 15cm, được đặt thẳng đứng trên mặt một khối kê nằm ngang sao cho phần nhô ra ngoài mép của khối kê có chiều dài bằng BM = x (hình 1.7). Độ dài lớn nhất của x để khối này không bị lật đổ (bị quay quanh điểm M) là

A. 5cm. B. 7,5 cm.

C. 3,75 cm. D. 10 cm.



Hình 1.7

3.10. Một xe đua bắt đầu chạy trên đường đua hình tròn bán kính 400m. Cứ sau mỗi giây tốc độ của xe lại tăng thêm $0{,}5\text{m/s}^2$. Tại một điểm mà độ lớn gia tốc hướng tâm và gia tốc tiếp tuyến bằng nhau thì:

a. Tốc độ của xe là

A. v = 24,1m/s. B. v = 44,1m/s. C. v = 34,1m/s. D. v = 14,1m/s.

b. Đoạn đường xe đi được là

A. s = 20,0m. B. s = 22,0m. C. s = 220m. D. s = 200m.

c. Thời gian của chuyển động để đến được điểm đó là

A. t = 2,82s. B. t = 82,2s. C. t = 8,82s; D. t = 28,2s.

3.11. Chiều dài một chiếc thang AB = 3m, khối lượng m = 6kg, có trọng tâm G ở chính giữa thang. Đầu A của thang dựa vào tường có ma sát không đáng kể. Chân thang B tựa trên mặt sàn bị trượt khi ở cách xa chân tường thẳng đứng một khoảng lớn hơn 1m.

a. Phản lực đàn hồi N' của sàn lên đầu B ở cách chân tường 1m bằng.

A. N' = 44,1N. B. N' = 59,8N. C. N' = 53,94N. D. N' = 5,88N.

b. Hệ số ma sát nghỉ cực đại giữa chân thang và sàn là

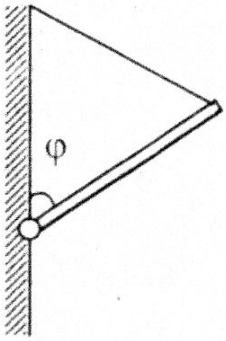
A. k = 1,4. B. k = 0,174. C. k = 0,27; D. k = 1,75.

3.12. Một cái cột dài 2,5m đứng cân bằng trên đất nằm ngang. Do bị đụng nhẹ cột rơi xuống theo mặt phẳng thẳng đứng. Giả sử đầu dưới của cột không bị trượt. Lấy $g = 9,8\ m/s^2$. Tốc độ của đầu trên của cột ngay trước khi chạm đất bằng

A. $v \approx 4,5$ m/s. B. $v \approx 8,6$ m/s. C. $v \approx 2,6$ m/s. D. $v \approx 7,2$ m/s.

3.13. Một thanh dài L, một đầu tựa vào tường, còn đầu kia được treo vào tường bằng một sợi dây cùng chiều dài (hình 1.8). Hệ số ma sát nghỉ giữa thanh với tường là $\mu_0 = 0,77$. Nếu thanh ở ranh giới của sự trượt thì góc φ giữa thanh với tường phải bằng

A. $\varphi = 75,6^0$. B. $\varphi = 60^0$. C. $\varphi = 54^0$. D. $\varphi = 77^0$.



Hình 1.8

Chủ đề 4 MOMEN ĐỘNG LƯỢNG VÀ BẢO TOÀN MOMEN ĐỘNG LƯỢNG

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Các bài toán về momen động lượng chủ yếu dựa vào các khái niệm:

Momen quán tính: $I = mr^2$.

Vận tốc góc: $\omega = v/r$.

Momen động lượng: $L = I\omega = rmv$.

Định lí về sự biến thiên của momen động lượng: $\Delta l = M\,\Delta t$

Định luật bảo toàn momen động lượng: $\Delta l = \text{const}$

Để xác định các đại lượng như I, ω, v, *M* , r... cần nắm vững mối liên hệ giữa các đại lượng trong các công thức liên quan, các điều kiện của bài toán có thể áp dụng được định luật bảo toàn hay không?

Các bước giải toán:

+ Xác định điều kiện của hệ

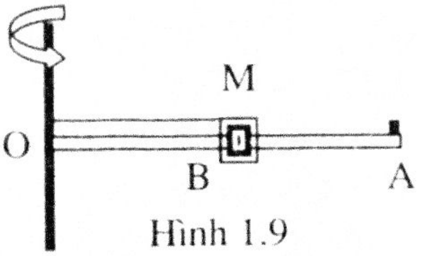
+ Phân tích các dữ kiện đã cho và yêu cầu bài toán để chọn công thức thích hợp

+ Áp dụng công thức hoặc định luật bảo toàn để xác định các đại lượng theo yêu cầu của đề ra.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 4.1.

Cho cơ hệ như hình 1.9, thanh cứng OA đồng chất, tiết diện đều, chiều dài l có thể quay quanh một trục cố định, thẳng đứng, vuông góc với thanh ở đầu O. Một vật nhỏ khối lượng M lồng ra ngoài thanh, có thể trượt trên thanh và được giữ ở trung điểm B của thanh nhờ một sợi dây mảnh không giãn. Bỏ qua mọi lực cản, khối lượng của dây và chốt chặn A. Hệ đang quay đều với vận tốc góc $\omega_0 = 8rad/s$ thì vật tuột khỏi dây và trượt tới chốt A. Xem vật như chất điểm.



Hình 1.9

a. Trong trường hợp thanh có momen quán tính không đáng kể, hãy xác định vận tốc góc ω của hệ khi vật ở A.

b. Trong trường hợp thanh có khối lượng bằng vật và có momen quán tính bằng $1/3(Ml^2)$, hãy xác định vận tốc góc ω' của hệ khi vật ở A.

Bài giải:

Cho: $\omega_0 = 8\text{rad/s}, I = 1/3(Ml^2)$

Xác định: $\omega = ?; \omega' = ?$

Phân tích:

Trong mọi trường hợp bài toán cho, nếu ta xét hệ độc lập quay quanh trục như đề ra thì mômen động lượng của hệ luôn bảo toàn. Để xác định vận tốc góc ω theo yêu cầu bài toán ta chỉ cần xác định mô men·động lượng của hệ khi vật ở trung điểm B và ở A từ đó áp dụng định luật bảo toàn.

Giải

a. Trường hợp thanh có momen quán tính không đáng kể:

+ Khi vật đang ở trung điểm B, momen động lượng của hệ:

$$L_0 = I_0\omega_0 = \omega_0 M r^2 = \omega_0 M\left(\frac{l^2}{4}\right)$$

+ Khi vật ở A, momen động lượng của hệ: $L = I\omega = \omega M l_2$

Áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng:

$$L_0 = L \Rightarrow \omega = \omega_0/4 = 2\text{rad/s}$$

b. Khi thanh có khối lượng bằng vật và có momen quán tính $1/3(Ml_2)$.

+ Khi vật ở B: $L_0 = I_0\omega_0 + 1/3\omega_0(Ml^2) = \omega_0 M\frac{l^2}{4} + \omega_0 M\frac{l^2}{3} = \omega_0\frac{7}{12}Ml^2$

+ Khi vật ở A: $L = I\omega + 1/3\omega(Ml^2) = \omega M l^2 + \omega M\frac{l^2}{3} = \omega\frac{4}{3}Ml^2$

Áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng:

$$L_0 = L \text{ hay } \omega_0\frac{7}{12}Ml^2 = \omega\frac{4}{3}Ml^2 \Rightarrow \omega = \frac{7}{16}\omega_o = 3{,}5\text{rad/s}$$

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

4.2. Vành kim loại đường kính 60cm, khối lượng m = 1960kg phân bố đều. Hãy xác định:

a. Momen quán tính của vành đối với một trục qua tâm.

b. Công cần cung cấp để vành đang đứng yên quay nhanh dần đạt tới vận tốc n_1 = 300 vòng/phút.

c. Năng lượng cung cấp cho vành để vận tốc của nó giảm từ n_1 xuống n_2 = 297 vòng/ phút.

d. Công suất trung bình của vành nếu nó ngừng quay sau 4 phút.

Đáp số: a. $I = 176{,}4\text{ kg.m}^2$; b. $A = 8{,}705.10^4\text{J}$

c. W = 1755,2 J; d. P = 367,5 W.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

4.3. Momen động lượng của một vật chuyển động không thay đổi nếu

A. vật chịu tác dụng của ngoại lực.

B. vật chịu tác dụng của momen ngoại lực.

C. vật chịu tác dụng của áp lực.

D. tổng momen ngoại lực bằng không.

4.4. Hai vật A và B có khối lượng $m_A = 10kg$, $m_B = 100kg$ được nối với nhau bằng sợi dây không giãn và cùng chuyển động thẳng đều với $v = 10m/s$. Lúc $t = 0$ vật B ở O thì dây bị đứt. Nếu sau 10s, B ở cách O là 95m thì A ở cách B là

A. AB = 55m. B. AB = 0,55m. C. AB = 5,5m. D. AB = 550m.

4.5. Một sàn quay bán kính $R = 2m$, momen quán tính đối với trục qua tâm sàn là $I = 1000kgm^2$. Người có khối lượng $M = 50kg$ đứng ở mép sàn ném viên đá có khối lượng $m = 50g$ với $v = 25m/s$ theo phương tiếp tuyến với sàn, vận tốc tức thời của người so với viên đá là

A. $v_n = -0,1m/s$. B. $v_n = 0,1m/s$.

C. $v_n = 1m/s$. D. $v_n = -1m/s$.

4.6. Trong hệ quy chiếu gắn với mặt đất, một khối cầu bán kính $R = 0,2m$, khối lượng $m = 1kg$ quay quanh trục tiếp tuyến với khối cầu với vận tốc góc $\omega = 3rad/s$. Vật đó có momen động lượng đối với trục là

A. L = 0,48kg/s. B. L = 0,12kg/s.

C. L = 4,8kg/s. D. L = 1,2kg/s.

4.7. Trong hệ quy chiếu gắn với mặt đất, một khối cầu bán kính $R = 0,2m$ khối lượng $m = 1kg$ quay quanh trục đi qua tâm với vận tốc góc $\omega = 3rad/s$. Động lượng của khối tâm là

A. p = 0,6kgm/s. B. p = 0,06kgm/s.

C. p = 6kgm/s. D. p = 0 kgm/s.

4.8. Dựa vào định luật về chuyển động của khối tâm hệ vật và định luật bảo toàn mômen động lượng. Tìm kết luận **đúng** trong các câu sau:

A. Một người đang ngồi trên cân, khi đứng lên nhanh thì góc lệch kim của cân sẽ thay đổi ít hơn khi đứng lên chậm.

B. Hai đồng hồ cát A và B giống nhau đặt trên hai đĩa cân. Cân thăng bằng. Khi lật ngược đồng hồ cát A rồi đặt trở lại bàn cân thì đòn cân bị lệch nghiêng về phía có đồng hồ cát A .

C. Một nghệ sỹ đang múa balê đang quay quanh mình, muốn giảm vận tốc góc thì người đó chỉ cần giơ hai tay ra ngang.

D. Một người đang đứng yên trên cân, khi người đó ngồi xuống thì góc lệch kim của cân tăng lên.

4.9. Một người có khối lượng 55kg đứng ở mép của một sàn quay trò chơi ngựa gỗ quay vòng. Sàn có đường kính 6,5m, mômen quán tính $1700kgm^2$. Sàn lúc đầu đứng yên. Khi người bắt đầu chạy quanh mép sàn với tốc độ 3,8m/s (so với sàn) thì sàn cũng bắt đầu quay theo chiều ngược lại. Tốc độ góc của sàn là

A. $\omega = 0,43$ rad/s.
B. $\omega = -0,24$ rad/s.
C. $\omega = -0,43$ rad/s.
D. $\omega = 0,24$ rad/s.

4.10. Công để tăng tốc một cánh quạt từ trạng thái nghỉ đến khi có tốc độ góc 200rad/s là 3000J. Momen quán tính của cánh quạt đó là

A. $I = 3kgm^2$.
B. $I = 0,075\ kgm^2$.
C. $I = 0,3\ kgm^2$.
D. $I = 0,15\ kgm^2$.

4.11. Một momen lực 30Nm tác dụng lên một bánh xe có khối lượng 5,0kg và momen quán tính $2,0kgm^2$. Nếu bánh xe quay từ trạng thái nghỉ thì sau 10s động năng của nó là

A. $W_đ = 9kJ$.
B. $W_đ = 23kJ$.
C. $W_đ = 45kJ$.
D. $W_đ = 56kJ$

4.12. Momen quán tính của một vật không phụ thuộc vào:

A. khối lượng của nó.
B. kích thước và hình dạng của nó.
C. tốc độ góc của nó.
D. vị trí của trục quay.

Chủ đề 5 ĐỘNG NĂNG CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Biểu thức xác định động năng của một vật rắn quay:

$$W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{L^2}{2I}$$

trong đó I và L là momen quán tính và momen động lượng của vật quay.

Ta có thể sử dụng các mối liên hệ này để tìm động năng, momen quán tính (I) hoặc momen động lượng (L) hoặc vận tốc quay (ω) tuỳ từng bài toán cụ thể.

Lưu ý rằng, các bài toán thực tế thường có ngoại lực tác dụng khác 0 và vật quay quanh trục quay bất kì, trong trường hợp này ta cần áp dụng định lí biến thiên động năng: $\Delta W_đ = A = \frac{1}{2}I(\omega_2{}^2 - \omega_1{}^2)$

(trong đó I là momen quán tính đối với trục quay)

* Trong trường hợp tổng quát, vật rắn quay với trục quay Δ bất kì:

$$I_\Delta = I_G + md^2$$

I_G là momen quán tính đối với trục quay qua khối tâm G, tích md^2 là momen quán tính đối với trục quay Δ song song với trục quay qua G và cách trục qua G một khoảng bằng d.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 5.1.

Con lắc dây dài l = 100cm, một đầu buộc cố định vào một điểm và đầu kia buộc vào một viên bi khối lượng m = 20g. Kéo viên bi ra đến vị trí M sao cho dây treo lệch nghiêng một góc $\alpha_M = 60^0$ so với phương thẳng đứng rồi thả cho bi chuyển động (hình 1.10). Hãy xác định:

a. Vận tốc của viên bi tại vị trí góc $\alpha = 30^0$.

b. Lực căng T của dây vào lúc $\alpha = 30^0$.

c. Lực căng T' của dây khi bi ở vị trí cân bằng.

d. Gia tốc góc γ của bi ở vị trí $\alpha = 30^0$.

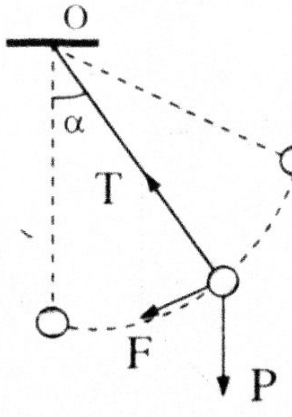
Bài giải:

Cho: $l = 100$cm, m = 20g; $\alpha_M = 60^0$

Xác định: $v_{30} = ?$; $T_{30} = ?$; $T'_{CB} = ?$; $\gamma = ?$

Phân tích:

Trong quá trình dao động, động năng và thế năng của con lắc bị biến đổi nhưng cơ năng của con lắc bảo toàn. Để xác định các đại lượng theo yêu cầu bài toán, ta sử dụng phương pháp động lực học bằng cách phân tích các lực tác dụng vào con lắc tại các vị trí và áp dụng định lí động năng trong quá trình dao động và định luật bảo toàn cơ năng cho con lắc tại các vị trí đang xét ta sẽ xác định được theo yêu cầu.



Hình 1.10

Giải

a. Theo định lí động năng thì: $A_P + A_T = W_d - W_{d0}$

Vì vận tốc v luôn vuông góc với T nên $A_T = 0$ và $W_{do} = 0$

$\Rightarrow mgh + 0 = mgl(\cos\alpha - \cos\alpha_M) = mv^2/2 - 0$

$\Rightarrow v^2 = 2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_M) = 7,32 \Rightarrow v = 2,7$ m/s

b. Theo định luật II Newton ta có: $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$

Chiếu lên phương pháp tuyến dương ta có:

$$mg\cos\alpha - T = -mv^2/l \Rightarrow T = 0{,}32\text{ N}$$

c. Khi $\alpha = 0$ thì $\cos\alpha = 1 \Rightarrow v'^2 = 2gl(1 - 0{,}5) = 3{,}16$ m/s

$$\text{và } T' = m(g\cos\alpha - v'^2/l) = 0{,}4\text{N}$$

d. Từ phương trình toạ độ ta có:

$$\gamma = \varphi'' = 2v.v' = -2gl\varphi'\sin\alpha \Rightarrow 2(\varphi' - \varphi''/l) = -2gl\varphi'\sin\alpha$$

$$\Rightarrow \gamma = \varphi'' = -g\sin\alpha/l \Rightarrow \gamma = -5\text{rad/s}^2.$$

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

5.2. Mômen lực không đổi 60N tác dụng một bánh đà có khối lượng 20kg và mômen quán tính 12kgm^2. Xác định thời gian cần thiết để bánh đà đạt tới vận tốc góc 75rad/s từ nghỉ.

Đáp số: $t = 15$s.

5.3. Một momen lực 30Nm tác dụng lên một bánh xe có khối lượng 5,0kg và momen quán tính 2,0kgm^2. Nếu bánh xe quay từ nghĩ, xác định giá trị góc quay được của bánh xe sau 10s.

Đáp số: $\varphi = 750$ rad.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

5.4. Giả sử một cây mọc và lớn lên từ một hạt giống ở trên một sàn quay. Tại sao cây mọc nghiêng góc φ về phía trục quay? Tính φ theo g, r, và ω.

A. $\cos\varphi = \dfrac{\omega^2 r}{g}$. B. $\sin\varphi = \dfrac{\omega^2 r}{g}$.

C. $\text{tg}\varphi = \dfrac{\omega r}{g}$. D. $\text{tg}\varphi = \dfrac{\omega^2 r}{g}$.

5.5. Trong chuyển động quay của vật rắn, đại lượng tương tự như lực trong chuyển động của chất điểm là

A. momen quán tính. B. momen động lượng.

C. momen lực. D. trọng lượng.

5.6. Trong chuyển động quay của vật rắn, đại lượng tương tự như khối lượng trong chuyển động của chất điểm là

A. momen quán tính. C. momen động lượng.

B. momen lực. D. tốc độ góc.

5.7. Một viên bi nhỏ, nặng chuyển động trên đường tròn theo phương trình tọa độ góc: $\varphi = 3t^2 + 2t + 4$ (φ tính theo rad và tính t theo s).

a. Gia tốc góc tại thời điểm 3s kể từ khi bắt đầu chuyển động là

A. $\gamma = \varphi'' = 0{,}6\text{rad/s}^2$. B. $\gamma = \varphi'' = 3\text{rad/s}^2$.

C. $\gamma = \varphi'' = 6\text{rad/s}^2$. D. $\gamma = \varphi'' = 5\text{rad/s}^2$.

b. Góc quét sau 3s kể từ khi bắt đầu chuyển động là

A. $\Delta\varphi = 3{,}7$ rad.
B. $\Delta\varphi = 37$ rad.
C. $\Delta\varphi = 3{,}3$ rad.
D. $\Delta\varphi = 33$ rad.

c. Vận tốc góc ở thời điểm $t = 3s$ kể từ khi bắt đầu chuyển động là

A. $\omega = 2{,}0$ rad/s.
B. $\omega = 20$ rad/s.
C. $\omega = 18$ rad/s.
D. $\omega = 37$ rad/s.

d. Biết bán kính quỹ đạo của viên bi $R = 1{,}5m$, gia tốc tại thời điểm $t = 3s$ kể từ khi bắt đầu chuyển động là

A. $a = 600{,}67m/s^2$.
B. $a = 60{,}67m/s^2$.
C. $a = 6{,}67m/s^2$.
D. Một giá trị khác.

5.8. Một người lái ô tô đang chạy trên đoạn đường thẳng với vận tốc $v = 60km/h$ thì thấy biển báo sắp tới đường vòng có bán kính $R = 100m$ và vận tốc cho phép trên đường vòng là $v' = 20km/h$. Nếu từ biển báo đến điểm bắt đầu đường vòng bằng 100m thì

a. Vận tốc góc trên đường vòng có giá trị là

A. $\omega = 0{,}55$ rad/s.
B. $\omega = 5{,}5$ rad/s.
C. $\omega = 55$ rad/s.
D. $\omega = 0{,}055$ rad/s.

b. Người lái phải chuyển động trên quãng đường 100m khi qua đường vòng với gia tốc trung bình là

A. $a = -16km/h^2$.
B. $a = 1{,}6km/h^2$.
C. $a = -1{,}23m/s^2$.
D. $a = 1{,}23\ m/s^2$.

c. Gia tốc hướng tâm trên đường vòng có thể là

A. $a_{ht} = 0{,}31m/s^2$.
B. $a_{ht} = -3{,}1m/s^2$.
C. $a_{ht} = 3{,}1m/s^2$.
D. $a_{ht} = -0{,}31m/s^2$.

d. Thời gian chạy trên quảng đường giảm vận tốc là

A. $t = 9s$.
B. $t = 5{,}9s$.
C. $t = 19s$.
D. $t = 0{,}9s$.

Chương II

DAO ĐỘNG CƠ HỌC

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Định nghĩa dao động: là chuyển động trong một vùng không gian giới hạn, lặp đi lặp lại nhiều lần quanh một vị trí cân bằng (VTCB). VTCB là vị trí ban đầu khi vật đứng yên ở trạng thái tự do.

2. Định nghĩa dao động tuần hoàn: là dao động mà trạng thái chuyển động được lặp đi lặp lại như cũ sau những khoảng thời gian bằng nhau.

3. Định nghĩa dao động điều hoà: là dao động mà li độ biến thiên theo thời gian và được mô tả bằng định luật hàm số cosin (hoặc sin):

$$x = A\cos(\omega t + \varphi) \quad (\text{hoặc } x = A\sin(\omega t + \varphi))$$

trong đó: A, ω, φ là những hằng số, li độ x chỉ độ lệch khỏi vị trí cân bằng của vật.

4. Phương trình vi phân của dao động điều hoà:

$$x'' + \omega^2 x = 0$$

5. Vận tốc của dao động:

$$v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) = -\omega A\cos(\omega t + \varphi + \pi/2) \Rightarrow v_{max} = -\omega A$$

6. Gia tốc của dao động:

$$a = v' = x'' = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x \Rightarrow a_{max} = \omega^2 A$$

7. Tần số góc – Chu kì – Tần số:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}; \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}; \quad f = 1/T$$

8. Mối liên hệ giữa biên độ, li độ vận tốc dài và vận tốc góc:

$$A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$$

9. Năng lượng dao động:

– Động năng: $W_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t + \varphi)$

– Thế năng: $W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\cos^2(\omega t + \varphi)$ (với $k = m\omega^2$)

– Cơ năng: $W = W_đ + W_t = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = W_{đmax} = E_{tmax} = \text{const}$

10. Lực phục hồi dao động: là lực đưa vật về vị trí cân bằng:

$$F = -kx \text{ hay } F = k|x|$$

Lưu ý : Tại vị trí cân bằng thì $F = 0$; đối với dao động điều hoà $k = m\omega^2$.

11. Tổng hợp hai dao động:

– *Hai dao động điều hoà cùng phương cùng tần số:*

Phương trình dao động dạng: $x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$. $x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$

$$\Rightarrow x = x_1 + x_2 = A\cos(\omega t + \varphi)$$

trong đó : $A^2 = A_1{}^2 + A_2{}^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$

và $\text{tg}\varphi = \dfrac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$

– *Nếu hai dao động thành phần có pha:*

cùng pha $\Delta\varphi = 2k\pi \Rightarrow A = A_1 + A_2$

ngược pha: $\Delta\varphi = (2k + 1)\pi \Rightarrow A = |A_1 - A_2|$

lệch pha bất kì: $|A_1 - A_2| < A < |A_1 + A_2|$

– *Nếu có n dao động điều hoà cùng phương cùng tần số:*

Dao động tổng hợp là: $x = x_1 + x_2 + x_3 \ldots\ldots = A\cos(\omega t + \varphi)$

Thành phần theo phương nằm ngang Ox:

$$A_x = A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2 + \ldots\ldots A_n\cos\varphi_n$$

Thành phần theo phương thẳng đứng Oy:

$$A_y = A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2 + \ldots\ldots A_n\sin\varphi_n$$

$$\Rightarrow A = \sqrt{x_{mx}^2 + x_{my}^2} + \ldots \text{ và } \text{tg}\varphi = \frac{x_{my}}{x_{mx}}$$

12. Các loại dao động:

– *Dao động tự do* là dao động có chu kì hay tần số chỉ phụ thuộc vào đặc tính của hệ dao động, không phụ thuộc vào các yếu tố bên ngoài.

– *Dao động tắt dần* là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian vì chịu tác dụng của lực cản môi trường luôn ngược chiều chuyển động.

– *Dao động cưỡng bức* là dao động của hệ dưới tác dụng của ngoại lực biến thiên tuần hoàn có dạng: $F = F_0\cos\Omega t$. Trong thời gian Δt, hệ thực hiện dao động phức tạp, là sự tổng hợp của dao động riêng (f_0) và dao động do ngoại lực gây ra (tần số f). Sau thời gian Δt, dao động riêng tắt hẳn, hệ dao động có tần số bằng tần số f của ngoại lực, có biên độ phụ thuộc vào quan hệ giữa tần số của ngoại lực với tần số riêng của hệ. Nếu ngoại lực duy trì lâu dài thì dao động cưỡng bức cũng được duy trì lâu dài với tần số f.

– *Sự cộng hưởng* là hiện tượng biên độ của dao động cưỡng bức tăng nhanh và đạt giá trị cực đại khi tần số của lực cưỡng bức bằng tần số riêng của hệ dao động. $f_{\text{lực}} = f_{\text{riêng}} \Rightarrow x = A_{ax}$.

13. Các hệ dao động điển hình:

* *Con lắc lò xo*

Lực đàn hồi $F_{dhx} = -k(\Delta l + x) \Leftrightarrow k|\Delta l + x|$ với $(\Delta l = l_{CB} - l_0)$

– Lực đàn hồi cực đại: $F_{max} = k(|\Delta l| + A)$

– Lực đàn hồi cực tiểu:

$F_{min} = 0$ (nếu $A \geq |\Delta l|$) và $F_{min} = k(|\Delta l| - A)$ (nếu $A < |\Delta l|$)

– Hệ con lắc gồm n lò xo mắc nối tiếp thì:

+ Độ cứng của hệ là: $\dfrac{1}{k_n} = \dfrac{1}{k_1} + \dfrac{1}{k_2} + \dfrac{1}{k_3} \ldots$

+ Chu kì: $T_{hệ} = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_{he}}}$

+ Nếu các lò xo có chiều dài $l_1, l_2 \ldots$ thì $k_1 l_1 = k_2 l_2 = \ldots$

(trong đó k_1, k_2, $k_3 \ldots$ là độ cứng của các lò xo)

– Hệ con lắc lò xo gồm n lò xo mắc song song:

+ Độ cứng của hệ là: $k_{he} = k_1 + k_2 + k_3 \ldots$

+ Chu kì: $T_{he} = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_{he}}}$

* *Con lắc đơn*

– Phương trình dao động khi biên độ góc $\alpha_m < 10^0$

$$s = s_m\cos(\omega t + \varphi)$$

$$\alpha = \alpha_m\cos(\omega t + \varphi)$$

$s = l\alpha$ là li độ; $s_m = l\alpha_m$: biên độ; α: li độ góc; α_m biên độ góc .

+ Tần số góc - chu kì - tần số:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}; \; T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}; \; f = 1/T$$

+ Vận tốc: khi biên độ góc bất kì α: $v_\alpha^2 = 2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_m)$

Lưu ý nếu $\alpha_m < 10^0$ thì có thể dùng: $1 - \cos\alpha_m = 2\sin^2(\alpha_m/2) = \alpha^2{}_m/2$

$$\Rightarrow v_{max} = \alpha_m\sqrt{gl} = \omega s_m \Rightarrow v_\alpha = s' = \omega s_m\cos(\omega t + \varphi)$$

+ Sức căng dây: $T_\alpha = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_m)$

Tại VTCB: $T_{vtcb} = mg(3 - 2\cos\alpha_m) = T_{max}$

Tại vị trí biên: $T_{biên} = T_{min} = mg\cos\alpha_m$

+ Năng lượng dao động:

– Động năng: $W_đ = \dfrac{1}{2}mv^2 = mgl(\cos\alpha - \cos\alpha_m)$

– Thế năng: $W_t = mgh_\alpha = mgl(1 - \cos\alpha)$

$\Rightarrow$ Cơ năng: $W = mgl(1 - \cos\alpha_m) = W_{đmax} = W_{tmax}$

Lưu ý: khi $\alpha_m < 10^0$ thì có thể dùng $1 - \cos\alpha_m = 2\sin^2(\alpha_m/2) = \alpha^2_m/2$

$$\Rightarrow W = \frac{mgl}{2}\alpha_m^2 = \frac{mg}{2l}s_m^2 = \text{const}$$

* *Con lắc vật lí:* là một vật rắn quay quanh một trục cố định không đi qua trọng tâm G của vật.

+ Chu kì dao động: (khi $\alpha < 10^0$) $\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}}$ (I là mômen quán tính của vật đối với trục quay, d là khoảng cách từ trọng tâm đến trục quay)

+ Chiều dài hiệu dụng: $l_{hd} = \frac{I}{md}$.

II. PHÂN LOẠI BÀI TẬP

Chủ đề 6 CHUYỂN ĐỘNG DAO ĐỘNG DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

1. Bài toán về phương trình dao động: Dạng tổng quát của phương trình dao động điều hoà: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. trong đó các đại lượng A, ω, φ đặc trưng cho dao động. Bài toán trong chủ đề này thường đặt ra các yêu cầu theo hai hướng:

+ Cho các điều kiện ban đầu, lập phương trình dao động
+ Cho phương trình dao động, tìm các đại lượng đặc trưng

Với hướng thứ nhất: Muốn lập được phương trình dao động ta cần xác định được 3 đại lượng: Biên độ A, tần số góc ω và pha ban đầu φ. Cần sử dụng các công thức sau:

+ Nếu đề cho ly độ x ứng với vận tốc v thì ta có: $A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}}$

(nếu buông nhẹ v = 0)

+ Nếu đề cho gia tốc cực đại: a_{max} thì:

$\rightarrow |a|_{max} = \omega A$ (tại VTCB $|v|_{max} = A_{ax}\omega$)

+ Nếu đề cho lực phục hồi cực đại F_{max} thì $\rightarrow |F|_{max} = kA$

+ Nếu đề cho năng lượng của dao động E thì $\rightarrow E = \frac{1}{2}kA$

* ω: $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$ và $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

* φ: Nếu chọn vị trí cân bằng làm gốc toạ độ

+ Tại thời điểm: t = 0 thì $x_0 = 0$ và $v_0 = 0 \Rightarrow x_0 = A\cos\varphi_0 \Rightarrow \varphi_0 = \left| \begin{matrix} \alpha \\ -\alpha \end{matrix} \right.$ chỉ chọn nghiệm thoả mãn điều kiện phương trình: $v_0 = -A\omega\sin\varphi_0$

+ Tại thời điểm ban đầu: $t = t_1 \Rightarrow x = x_1$ và $v = v_1$

$$\Rightarrow x_1 = A\cos(\omega t_1 + \varphi) = \frac{x_1}{A} = \cos\alpha \Rightarrow \omega t_1 + \varphi \left| \begin{matrix} \alpha + k2\pi \\ -\alpha + k2\pi \end{matrix} \right.$$

Chỉ chọn các nghiệm thoả mãn điều kiện của phương trình:

$$v_1 = -A\omega\sin(\omega t_1 + \varphi)$$

Lưu ý: k là số dao động đã thực hiện ở thời điểm t_1 và ta có:

$$\frac{t_1}{T} - 1 \le k \le \frac{t_1}{T}$$

Với hướng thứ hai: Giải bài toán bằng cách thực hiện các bước sau:

+ So sánh biên độ với biên độ, pha với pha, tần số với tần số ở phương trình của đề ra với phương trình tổng quát, rút ra các đại lượng cần tìm.

+ Nếu cần xác định các đại lượng ở một li độ nào đó ta có thể dùng phương trình ly độ: $x = A\cos(\omega t + \varphi) \Rightarrow \cos(\omega t + \varphi) = x/A$. Khi đó vận tốc được xác định từ công thức: $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$, nếu vận tốc dương thì véctơ vận tốc cùng chiều với chiều của Ox và ngược lại. Ở đó li độ gia tốc được tính:

$$a = -\omega^2 x \text{ và } F = -m\omega^2 x$$

(gia tốc và lực luôn ngược hướng với li độ)

2. *Bài toán về dao động điều hoà:* Trong trường hợp bài toán yêu cầu chứng minh cơ hệ dao động điều hoà, ta có thể sử dụng phương pháp động lực học (cơ sở là lực đàn hồi tác dụng: F = –kx) hoặc phương pháp bảo toàn năng lượng của vật dao động (cơ sở là cơ năng bảo toàn $E = E_t + E_đ = \text{const}$). Cụ thể tiến hành như sau:

– *Áp dụng định luật II Newtơn: F = ma*

+ Điều kiện cần: $a = -\omega^2 x$ với $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

$\to F = -\omega^2 mx = kx$ với $k = \omega^2 m$ = hằng số $\to \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

+ Điều kiện đủ: $F = ma = -kx \to x'' = -\omega^2 x$

Các bước giải:

+ Phân tích lực tác dụng lên vật, chỉ ra: F = –kx

+ Chọn hệ trục toạ độ Ox

+ Chiếu lực F lên trục Ox

+ Áp dụng định luật II Newtơn để suy ra: $x'' = -\omega^2 x$

– Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng

Vì $E = E_t + E_đ$ trong đó: $E_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}k\,A^2\cos^2(\omega t + \varphi)$ (con lắc lò xo)

$$E_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mx_m^2\omega^2\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}kx_m^2\sin^2(\omega t + \varphi)$$

$$\rightarrow E = \frac{1}{2}kx_m^2 = \frac{1}{2}mx_m^2\omega^2 = const$$

+ Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng: $E = E_t + E_đ = const$

+ Lấy đạo hàm hai vế theo t: $a = v' = x''$

+ Biến đổi để dẫn đến: $x'' = -\omega^2 x$

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 6.1.

Một con lắc đơn dao động với chu kì T:

a. Xác định độ lệch khoi vị trí cân bằng sau thời gian $\frac{T}{4}, \frac{T}{2}, \frac{T}{3}$. *Biết biên độ dao động cua con lắc đó bằng 2cm.*

b. Sau thời gian bao lâu thì độ dời của con lắc khỏi VTCB có giá trị tính bằng một nửa biên độ, nếu chu kì dao động bằng 4,8s.

Bài giải:

Cho: $t_1 = \frac{T}{4}$; $t_2 = \frac{T}{2}$; $t_3 = \frac{T}{3}$

A = 2cm; x = A/2, T = 4,8s.

Hỏi: x_1, x_2, x_3? t?

Phân tích: Độ dời của điểm dao động điều hoà kể từ vị trí cân bằng được xác định bằng công thức: $x = A.\cos\frac{2\pi}{T}t$. Trong đó A, T là biên độ và chu kì của dao động, t là thời gian thực hiện dao động của điểm. Đó là phương trình cho biết quan hệ giữa bốn đại lượng: x, A, T, t. Nếu biết 3 đại lượng trong số đó, ta có thể tìm được đại lượng thứ tư.

Giải

a. Độ dời của điểm dao động sau thời gian $t_1 = \frac{T}{4}$:

$$x_1 = A\cos\frac{2\pi}{T}.\frac{T}{4} = 0\text{ cm}$$

Độ dời của điểm dao động sau thời gian $t_2 = \frac{T}{2}$:

$$x_2 = A\cos\frac{2\pi}{T}.\frac{T}{2} = 2cm$$

Độ dời của điểm dao động sau thời gian $t_3 = \frac{T}{3}$:

$$x_3 = A\cos\frac{2\pi}{T}.\frac{T}{3} = -1cm$$

b. Theo đầu bài thì:

$$x = A\cos\frac{2\pi}{T}t = \frac{A}{2}$$

Do đó: $\cos\frac{2\pi}{T}t = \frac{1}{2}$ nghĩa là: $t = \frac{T}{6} = 0,8s$.

Đáp số: a. $x_1 = 2cm$; $x_2 = 0cm$; $x_3 = 1cm$.

b. $t = 0,8$ s

Thí dụ 6.2.

Một con lắc đơn có chiều dài l, khối lượng m được treo trong không gian một điện trường đều, cường độ E, hướng thẳng đứng từ trên xuống. Quả cầu con lắc được tích điện đến q^+ rồi cho nó dao động với biên độ nhỏ. Chứng minh dao động của con lắc là dao động điều hoà.

Bài giải:

Cho: Chiều dài l; E; q^+

Chứng minh dao động điều hoà

Phân tích: Bài toán yêu cầu chứng minh cơ hệ dao động điều hoà, ta có thể sử dụng phương pháp động lực học hoặc phương pháp bảo toàn năng lượng của vật dao động. Trong trường hợp áp dụng phương pháp động lực, về thực chất là áp dụng định luật II Newton: F = ma với các điều kiện:

+ Điều kiện cần: $a = -\omega^2 x$ với $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

$\rightarrow F = -\omega^2 mx = kx$ với $k = \omega^2 m$ = hằng số $\rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

+ Điều kiện đủ: $F = ma = -kx \rightarrow x'' = -\omega^2 x$

Trường hợp áp dụng định luật bảo toàn năng lượng: thông qua biểu thức:

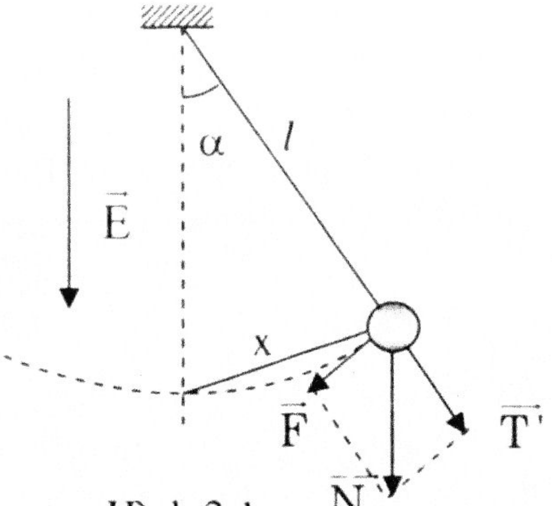
+ Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng: $E = E_t + E_đ = const$

+ Lấy đạo hàm hai vế theo t: $a = v' = x''$

+ Biến đổi để dẫn đến: $x'' = -\omega^2 x$

Giải

Ta có thể giải bài toán bằng cả hai phương pháp như sau:



Hình 2.1

1. Phương pháp động lực học: Con lắc chịu tác dụng của các lực: trọng lực $\vec{P}$, lực điện trường $\vec{F}$ và lực căng dây $\vec{T}$ (hình 2.1)

Ta có: $\vec{N} = \vec{P} + q\vec{E}$

$F = -N.x/l = -(mg + qE).x/l = ma = mx''$

$\Rightarrow x'' + \dfrac{mg + qE}{l.m}x = 0$

đặt $\omega^2 = \dfrac{mg + qE}{l.m} \Rightarrow x'' + \omega^2 x = 0$

$\Rightarrow x = A\cos(\omega t + \varphi)$(hệ dao động điều hoà)

2. Phương pháp năng lượng

Khi vật ở li độ x: động năng của vật: $E_đ = \dfrac{1}{2}mv^2$ và thế năng (so với vị trí cân bằng) $E_t = \dfrac{1}{2}kx_m^2$ (với $k = \dfrac{mg'}{l} = \dfrac{mg + qE}{l.m}$) $\Rightarrow E_t = \dfrac{1}{2}\dfrac{mg + qE}{l.m}x^2$

$\Rightarrow E = \dfrac{1}{2}mv^2 + \dfrac{1}{2}\dfrac{mg + qE}{l.m}x^2$. Lấy đạo hàm theo t ta có:

$mx'x'' + \dfrac{mg + qE}{l.m}xx' = 0 \Rightarrow x'' + \dfrac{mg + qE}{l.m}x = 0 \Rightarrow x'' + \omega^2 x = 0$

$\Rightarrow x = A\cos(\omega t + \varphi)$ (hệ dao động điều hoà).

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

6.3. Một con lắc lò xo dao động với biên độ A = 5cm, chu kì T = 0,5s. Xác định phương trình dao động của vật ở thời điểm t = 0:

a. Khi vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương

b. Khi vật ở vị trí cách vị trí cân bằng 5cm, theo chiều dương.

c. Khi vật có li độ x = 2,5cm đang chuyển động theo chiều dương.

Đáp số: a. $x = 5\cos(4\pi t - \pi/2)$ (cm)

b. $x = 5\cos(4\pi t)$ (cm)

c. $x = 5\cos(4\pi t - \pi/3)$ (cm)

6.4. Một lò xo khối lượng không đáng kể, có độ dài tự nhiên là l_0. Treo một vật có khối lượng m_1 = 150g vào lò xo thì độ dài của nó là l_1 = 32cm. Nếu treo thêm vào m_1 một vật có khối lượng $m_2 = m_1$ thì độ dài của nó là l_2 = 34cm. Lấy g = 9,8m/s^2. Hãy xác định:

a. Độ dài tự nhiên của lò xo.

b. Độ cứng của lò xo.

c. Bỏ m_2 đi vật m_1 lập tức dao động điều hoà, xác định chu kì dao động của hệ.

d. Phương trình dao động dạng hàm cosin khi không có m_2.

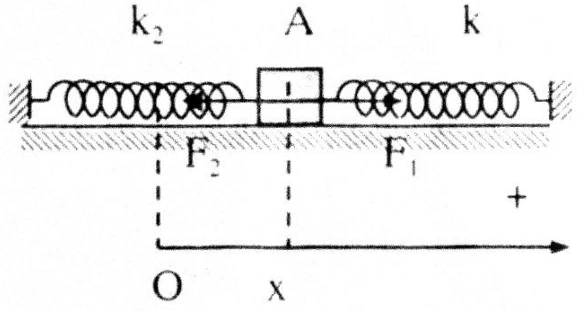
e. Vận tốc của m_1 khi nó có li độ x = 1cm.

Đáp số: a. $l_0 = 30$cm; b. k = 74N/m; c. T = 0,23s
d. x = 2cos(27t) (cm). e. v = 0,47m/s.

6.5. Vật A có khối lượng 300g được gắn vào hai lò xo có khối lượng không đáng kể, có độ cứng $k_1 = 1,5$N/m và $k_2 = 1$N/m. Vật A có thể trượt không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang. Kéo A rời khỏi vị trí cân bằng rồi buông ra (hình 2.2). Chứng minh rằng hệ dao động điều hoà với chu kì 2,18s

Hướng dẫn giải

Để biết hệ dao động điều hoà hay tắt dần, ta phải căn cứ vào phương trình mô tả chuyển động của hệ. Ta có thể dùng phương pháp động lực học hoặc có thể dùng phương pháp định luật bảo toàn để xác định phương trình dao động của hệ.



Hình 2.2

1. Phương pháp động lực học.

Vật A chịu tác dụng của 4 lực (trọng lực P, phản lực N, lực đàn hồi F_1 và lực đàn hồi F_2.)

* Xét tại vị trí cân bằng:

$$\overrightarrow{F_{01}} + \overrightarrow{F_{02}} = m\vec{a} = 0 \Rightarrow F_{01} = F_{02} \Rightarrow k_1\Delta l_1 = k_2\Delta l_2 \qquad (1)$$

* Xét tại điểm x cách VTCB một đoạn x:

$$\overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2} = m\vec{a} : \text{ chiếu lên trục Ox ta có}$$

$$F_1 - F_2 = ma \Rightarrow k_1(\Delta l_1 - x) - k_2(\Delta l_2 + x) = ma$$

$$\Rightarrow -(k_1 + k_2)x = ma \Rightarrow a = -\frac{(k_1 + k_2)}{m}x$$

$$\text{Đặt } \omega^2 = -\frac{(k_1 + k_2)}{m} \Rightarrow a = -\omega^2 x = x'' \Rightarrow x'' + \omega^2 x = 0 \qquad (2)$$

Phương trình (2) là phương trình vi phân hạng 2, có nghiệm là:

x = Acos(ωt + φ) là phương trình dao động điều hoà, vậy hệ dao động điều hoà.

2. Phương pháp bảo toàn năng lượng

Chọn hệ toạ độ như hình 2.2, xét hệ đang dao động tại thời điểm t, lúc đó vật A có toạ độ x. Chọn gốc tính thế năng tại vị trí cân bằng, ta có:

Thế năng của lò xo 1: $E_1 = \frac{1}{2}k_1x^2$

Thế năng của lò xo 2: $E_2 = \frac{1}{2}k_2x^2$

Động năng của vật A: $E_đ = \frac{1}{2}mv^2$

Cơ năng của hệ: $E = E_1 + E_2 + E_đ = \frac{1}{2}(k_1 + k_2)x^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \text{const}$

Vì vật chuyển động không ma sát nên cơ năng của hệ được bảo toàn:

Lấy vi phân hai vế theo t: $(k_1 + k_2)xx' + mvv' = 0$

trong đó: $x' = v$ và $v' = a \Rightarrow (k_1 + k_2)xv + mva = 0 \Rightarrow (k_1 + k_2)x + ma = 0$

Đặt $\omega = \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}} \Rightarrow x'' + \omega^2x = 0$ (1)

Phương trình (1) là phương trình vi phân hạng 2, có nghiệm là:

$x = A\cos(\omega t + \varphi)$ là phương trình dao động điều hoà, vậy hệ dao động điều hoà.

Chu kì dao động: $T = 2\pi/\omega = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}} = 2{,}18\text{s}$.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

6.6. Tích của chu kì và tần số của một dao động điều hoà bằng số nào sau:

A. T.f = 1.
B. T.f = π.
C. T.f = π.
D. Biên độ của dao động

6.7. Tại thời điểm vật thực hiện dao động điều hoà với vận tốc bằng vận tốc cực đại, lúc đó li độ của vật bằng

A. $A\sqrt{3}/2$.
B. $A/\sqrt{2}$.
C. $A/\sqrt{3}$.
D. $A\sqrt{2}$

6.8. Lò xo có độ cứng k, được cắt ra làm hai đoạn bằng nhau thì độ cứng k' của mỗi đoạn sẽ là.

A. k' = (1/2)k.
B. k' = k.
C. k' = 2k.
D. k' = 4k.

6.9. Một lò xo có độ cứng 1,0 N/m được mắc nối tiếp với một lò xo khác có độ cứng 2,0 N/m. Độ cứng của lò xo mới là:

A. k = 0,67 N/m.
B. k = 1 N/m.
C. k = 1,5 N/m.
D. k = 3 N/m

6.10. Một lực 0,2 N nén một lò xo dịch chuyển được một khoảng cách 2 cm. Thế năng khi bị nén là

A. $W_t = 2.10^{-3}$ J.　　B. $W_t = 2.10^{-5}$ J.

C. $W_t = 4.10^{-5}$J.　　D. $W_t = 8.10^{-}$J.

6.11. Một vật có khối lượng 1kg treo vào đầu một lò xo làm kéo dãn lò xo được 50mm. Lấy g = 9,8. Độ cứng của lò xo là

A. k = 0,20 N/m.　B. k = 1,96 N/m.　C. k = 49 N/m.　D. k = 196 N/m

6.12. Dao động điều hoà có chu kì là T = 0,50s và biên độ là 20mm, vận tốc cực đại của dao động là

A. $v_m = \pi$ cm/s.　B. $v_m = 2\pi$ cm/s.　C. $v_m = 4\pi$ cm.s.　D. $v_m = 8\pi$ cm/s.

6.13. Một vật có khối lượng 20g treo vào đầu một lò xo, tạo ra một đoạn dao động điều hoà có tần số 10Hz. Lấy g = 9,87. Độ cứng của lò xo là

A. k = 2,5 N/m.　B. k = 28,9 N/m.　C. k = 12,6 N/m.　D. k = 79 N/m

6.14. Một nữ vận động viên bơi lội đi đến đầu một ván nhảy, đầu ván bị võng xuống khoảng 35 cm. Nếu người nữ động viên nhún nhảy trên đầu ván, thì chu kì của dao động là:

A. T = 0,19s.　　B. T = 1,2s.

C. T = 1,4s.　　D. Tuỳ thuộc vào khối lượng của nữ vận động viên.

6.15. Một lò xo xoắn ở đầu có treo khối lượng 40g đang dao động điều hoà chu kì là 10s. Để chu kì giảm còn 5s thì khối lượng vật phải treo.

A. m = 10g.　B. m = 20g.　C. m = 80g.　D. m = 160g.

6.16. Một pittông có khối lượng 1,0 kg, dao động 20 chu kì trong một giây và khoảng di chuyển là 14 cm. Lực lớn nhất tác dụng lên pittông là.

A. $F_m = 1,1$ kN.　　B. $F_m = 1,5$ kN.

C. $F_m = 2,2$ kN.　　D. Không thể tính được

6.17. Một em bé đánh đu trên một dây dài 4,9m. Chu kì gần đúng của dao động là

A. T = 0,5s.　B. T = 3,1s.　C. T = 4,4s.　D. T = 12s.

6.18. Một con lắc trên mặt đất có chu kì là 4s, được đưa lên một vệ tinh quay quanh trái đất trên một quỹ đạo tròn bán kính 1,5R (R là bán kính trái đất), tần số dao động của con lắc trong vệ tinh là

A. f = 0.　B. f = 0,20 Hz.　C. f = 0,25Hz.　D. f = 0,31 Hz

6.19. Một vật có khối lượng 0,5kg được gắn vào hai lò xo có khối lượng không đáng kể, có độ cứng $k_1 = 1,5$ N/m và $k_2 = 0,5$N/m. Vật có thể trượt không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng rồi buông ra. Chu kì dao động của hệ là

A. T = 3,14s.　B. T = 2,8s.　C. T = 21,8s.　D. T = 31,8s.

6.20. Phương trình dao động điều hoà của một có dạng: $x = 5\sin(100\pi t + \pi/2)$. Chu kì của dao động đó là

A. $T = 0{,}2s$ B. $T = 0{,}02s$ C. $T = 0{,}4s$ D. $T = 0{,}04s$

6.21. Một vật dao động điều hoà có phương trình dạng: $x = 4\sin(\pi t + \pi/2)$. Biên độ, chu kì, pha ban đầu của dao động đó là

A. $A = 4cm$, $T = 2s$, $\varphi = -\pi/2$. B. $A = 4cm$, $T = 4s$, $\varphi = \pi/2$.

C. $A = 4cm$, $T = 2s$, $\varphi = \pi/2$. D. $A = 4cm$, $T = 4s$, $\varphi = -\pi/2$.

1.22. Một vật có khối lượng 0,4kg được treo vào lò xo có độ cứng $k = 80N/m$. Vật được kéo theo phương thẳng đứng ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn 0,1m rồi thả cho dao động. Tốc độ của vật khi qua vị trí cân bằng là

A. $v = 0m/s$. B. $v = 1{,}4m/s$. C. $v = 1{,}0m/s$. D. $v = 10m/s$.

6.23. Một vật có khối lượng 0,4kg, treo vào một lo xo có độ cứng $k = 80N/m$ dao động điều hoà theo phương thẳng đứng với biên độ $A = 0{,}1m$. Gia tốc của vật ở vị trí biên của dao động là

A. $a = 0m/s^2$. B. $a = 5m/s^2$. C. $a = 10m/s^2$. D. $a = 20m/s^2$.

6.24. Một vật thực hiện dao động điều hoà có chu kì dao động $T = 3{,}14s$ và biên độ dao động $A = 1m$. Tại thời điểm vật đi qua VTCB, vận tốc của vật có giá trị

A. $v_{max} = 0{,}5$ m/s. B. $v_{max} = 1m/s$.

C. $v_{max} = 2m/s$. D. $v_{max} = 3$ m/s.

6.25. Trong chuyển động dao động thẳng, những đại lượng nào dưới đây đạt giá trị cực đại tại pha: $\varphi = \omega t + \varphi_0 = \dfrac{3\pi}{2}$?

A. lực và vận tốc. B. li độ và vận tốc.

C. lực và li độ. D. gia tốc và vận tốc.

Chủ đề 7 CON LẮC ĐƠN – CON LẮC VẬT LÍ

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

1. Xác định chu kì dao động: Chu kì dao động của con lắc đơn phụ thuộc vào gia tốc trọng trường và chiều dài sợi dây: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$. Mọi thay đổi của chiều dài hoặc gia tốc trọng trường đều dẫn đến sự thay đổi chu kì. Rõ ràng, độ lớn của chu kì dao động của con lắc đơn phụ thuộc vào các tác động bên ngoài như nhiệt độ, vị trí địa lí và cả ngoại lực tác động (Nếu con lắc đơn dao động với biên độ bé thì chu kì không phụ thuộc vào lực phục hồi)

+ Trong trường hợp có tác động của bên ngoài như nhiệt độ, khi xác định chu kì của con lắc thường bài toán quy về so sánh chu kì của đồng hồ chạy đúng với đồng hồ chạy sai, tuỳ trường hợp để áp dụng công thức:

– Nếu chu kì thay đổi do nhiệt độ, thì áp dụng: $l_t = l_0(1 + \alpha t)$

– Nếu chu kì thay đổi theo địa lí thì áp dụng: $g = \dfrac{GM}{(R+h)^2}$

– Nếu chu kì thay đổi do tác động của ngoại lực như: điện trường hay lực quán tính thì áp dụng: $g' = \dfrac{F}{m}$ (với $\vec{F} = \vec{P} + \vec{F}_q + \vec{F}_d$).

– Xác định thời gian đồng hồ chạy chậm trong khoảng thời gian τ thì:

$$\Delta\tau = \frac{T' - T}{T}\tau$$

Lưu ý: Khi giải toán ta có thể áp dụng phép tính gần đúng:

Nếu $\varepsilon < 1 \Rightarrow (1+\varepsilon)^n = 1 + n\varepsilon$ và $(1+\varepsilon)^{-n} = 1 - n\varepsilon$, (bỏ qua ε^n)

2. Vận tốc của con lắc.

+ Khi con lắc dao động với biên độ lớn: $v = \sqrt{2gl(\cos\alpha_m - \cos\alpha)}$

– Tại vị trí cao nhất: $\alpha_m = \alpha \Rightarrow v = 0$

– Tại vị trí cân bằng: $\alpha_m = 0 \Rightarrow v_{max} = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha)}$

+ Khi con lắc dao động với biên độ nhỏ: $\Rightarrow v = \pm\sqrt{gl(\alpha^2 - \alpha_m^2)}$

+ Trong trường hợp, trên đường thẳng đứng qua O có vật cản (cái đinh) khi vật dao động qua vị trí cân bằng dây sẽ bị vướng vật cản này, biên độ góc α' của dao động lúc này được xác định từ: $\cos\alpha' = \dfrac{l\cos\alpha - OO'}{l - OO'}$

(với OO' là khoảng cách từ điểm treo đến vật cản)

3. Lực căng dây của con lắc.

Áp dụng công thức: $T = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$

+ Vị trí cao nhất: $\alpha = \alpha_0 \Rightarrow T = T_{mim} = mg\cos\alpha$

+ Vị trí cân bằng: $\alpha = 0 \Rightarrow T = T_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$

+ Nếu α là một góc nhỏ: $\cos\alpha \approx (1 - \alpha^2/2) \Rightarrow T_{min} = mg(1 - \alpha^2/2)$

và $T_{max} = mg(1 + \alpha^2)$

4. Năng lượng dao động: Trong quá trình áp dụng định luật bảo toàn cơ năng, cần lưu ý đến điều kiện bài toán. Các biểu thức xác định năng lượng của hệ tại li độ bất kì:

+ Động năng: $W_d = \dfrac{1}{2}mv^2 = mgl(\cos\alpha - \cos\alpha_m)$

+ Thế năng: $W_t = mgh_\alpha = mgl(1 - \cos\alpha)$

+ Cơ năng: $W = mgl(1 - \cos\alpha_m) = W_{đmax} = W_{tmax}$

Lưu ý: khi $\alpha_m < 10^0$ thì có thể dùng $1 - \cos\alpha_m = 2\sin^2(\alpha_m/2) = \alpha^2_m/2$

$$\Rightarrow W = \frac{mgl}{2}\alpha_m^2 = \frac{mg}{2l}s_m^2 = \text{const}$$

Trong mọi trường hợp, nếu bỏ qua sức cản và ma sát thì cơ năng của hệ dao động tại bất kì li độ nào (bao gồm cả động năng và thế năng tại thời điểm đó) là một hằng số. Như vậy, bằng cách so sánh cơ năng của hệ tại các vị trí: vị trí cân bằng, vị trí có biên độ cực đại và vị trí có biên độ bất kì, kết hợp với sự phân tích các lực tác dụng vào hệ và phương trình dao động của hệ theo định luật 2 Newtơn, ta có thể xác định được các đại lượng như: Lực hồi phục, lực căng dây T và vận tốc v của con lắc.

Các bước tiến hành giải bài toán này như sau:

+ Phân tích chuyển động dao động của hệ

+ Phân tích các lực tác dụng vào con lắc

+ Viết phương trình chuyển động của hệ theo định luật 2 Newtơn

+ Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng để giải tìm các đại lượng theo yêu cầu của bài toán.

+ Biện luận kết quả và trả lời

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 7.1.

Ở mặt đất con lắc dây của một đồng hồ chạy chính xác có chu kì dao động là T_1. Hỏi sau một ngày đêm, đồng hồ sẽ chạy chậm bao nhiêu giây nếu nó được đưa lên độ cao 200m so với mặt đất?

Bài giải

Cho: T_1 ; t = 1 ngày đêm = 86400s; R = 6400km

Hỏi : Δt?

Phân tích: Chu kì của con lắc tỉ lệ nghịch với căn bậc hai của gia tốc trọng lực g nhưng gia tốc g lại phụ thuộc vào độ cao h so với mặt đất theo biểu thức:

$$g_h = \frac{kM}{(R+h)^2} = g_0\left(\frac{R}{R+h}\right)^2$$

g_0: gia tốc trọng lực ở mặt đất

R là bán kính trái đất

Biểu thức đó cho ta thấy $g_h < g_0$, vì thế khi lên cao chu kì của con lắc sẽ dài ra và đồng hồ sẽ chạy chậm hơn so với khi nó ở mặt đất.

Giải

Ở mặt đất con lắc có độ dài l, trong thời gian t thực hiện một số giao động bằng: $N = \frac{t}{T_1}$, Với chu kì $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_0}}$. Ở độ cao h so với mặt đất, chu kì dao động của con lắc: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_h}}$ và đồng hồ chạy chậm hơn so với khi nó ở mặt đất một khoảng thời gian: $\Delta t = N(T_2 - T_1)$

Ta nhận thấy rằng: $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_0}{g_h}} = \frac{R+h}{R}$,

Do đó: $T_2 = T_1\left(1 + \frac{h}{R}\right)$ và $T_2 - T_1 = T_1\frac{h}{R}$

Như vậy đồng hồ đã chạy chậm: $\Delta t = NT_1\frac{h}{R} = 2{,}7s$.

Đáp số: $\Delta t = 2{,}7s$.

Thí dụ 7.2.

Trong một thang máy đứng yên có treo một con lắc. Chu kì dao động của con lắc bằng T = 1s. Hỏi thang máy phải chuyển động với gia tốc bằng bao nhiêu thì chu kì dao động của con lắc đó bằng 1,1s. Thang máy chuyển động theo hướng nào?

Bài giải:

Cho: $T = 1s$; $T_1 = 1{,}1s$

Hỏi: a?

Phân tích: Dựa vào công thức của chu kì dao động của con lắc: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$,

ta thấy rằng: chu kì chỉ tăng lên khi gia tốc rơi tự do giảm đi. Điều này chỉ có thể đạt được khi thang máy trong đó có treo con lắc chuyển động có gia tốc và gia tốc phải hướng xuống dưới. Trọng lực $m\vec{g}$ và lực căng của dây treo $\vec{F_c}$ tác dụng lên con lắc có khối lượng m, truyền cho nó gia tốc a (bằng gia tốc chuyển động của thang máy và chiều từ trên xuống). Theo định luật thứ hai của Niutơn:

$ma = mg - F_c \Rightarrow F_c = m(g - a)$. Từ đó suy ra rằng khi con lắc lệch khỏi VTCB sẽ tỉ lệ không phải với g mà với: $(g - a)$. Nếu biết chu kì dao động của con lắc khi thang máy đứng yên và khi thang máy chuyển động thì ta có thể tính được gia tốc a của thang máy.

Giải

Chu kì dao động khi thang máy đứng yên: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$. Khi thang máy chuyển động với gia tốc hướng xuống dưới: $T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g-a}}$.

Ta được: $\left(\dfrac{T}{T_1}\right)^2 = \dfrac{g-a}{g} = 1 - \dfrac{a}{g}$. Từ đó suy ra: $a = g\left[1 - \left(\dfrac{T}{T_1}\right)^2\right] = 0,17g$

Đáp số: $a = 0,17g$

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

7.3. Con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ khối lượng $m = 50g$ treo vào đầu một sợi dây dài $l = 1m$, ở một nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,81m/s^2$. Bỏ qua mọi ma sát. Góc lệch cực đại của con lắc so với phương thẳng đứng là $\alpha_0 < 30^0$. Hãy xác định:

a. Chu kì dao động của con lắc

b. Vận tốc của con lắc tại vị trí có li độ góc $\alpha = 8^0$

c. Lực căng dây F khi con lắc tại vị trí có li độ góc $\alpha = 8^0$.

d. Vận tốc và lực căng dây khi con lắc tại vị trí cân bằng.

Đáp số: a. $T = 2s$; b. $v_8 = 1,56m/s$.
c. $F = 0,607$ N; d. $F_B = 0,634$ N

7.4. Chiều dài con lắc đơn $l = 1m$, khối lượng không đáng kể, hòn bi thép có khối lượng m treo vào đầu dưới của dây. Phía dưới điểm treo O trên phương thẳng đứng có một chiếc đinh bị đóng chắc vào điểm O' cách O một đoạn OO' = 50cm sao cho con lắc vấp đinh khi dao động. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng 1 góc nhỏ $\alpha = 3^0$ rồi thả nhẹ. Bỏ qua ma sát, lấy $g = 9,8m/s^2$.

a. Xác định chu kì dao động của con lắc khi vướng đinh và biên độ dao động đạt được về hai phía của vị trí cân bằng.

b. Nếu không đóng đinh tại O' mà đặt ở vị trí cân bằng một tấm thép được giữ cố định thì hiện tượng sẽ xảy ra thế nào ?

Đáp số: a. $T = 1,7$ (s). $A_1 = 5,2cm$; $A_2 = 3,7cm$
b. Dao động với $T = 1/2\ T_1 = 1s$

7.5. Một con lắc có khối lượng $m = 5g$, chu kì $T = 2\pi/5$. Biết rằng ở thời điểm $t = 0$, con lắc ở vị trí biên độ góc α_0 (có $\cos\alpha_0 = 0,99$).

a. Phương trình dao động của con lắc

b. Xác định sức căng dây ở vị trí biên và vị trí cân bằng.

Đáp số: a. $\alpha = 0,14\sin(5t + \pi/2)$ (rad)
b. $T_{min} = 0,49.10^{-1}$ N và $T_{max} = 5.10^{-2}$ N.

7.6. Con lắc đơn có độ dài $l = 1$m khối lượng không đáng kể, hòn bi có khối lượng m = 100g treo vào đầu dưới của dây. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng 1 góc $\alpha_m = 30^0$ rồi thả không vận tốc ban đầu. Bỏ qua mọi lực ma sát và lực cản của môi trường. Lấy g = 9,8 m/s^2

a. Xác định vận tốc hòn bi khi qua vị trí cân bằng.

b. Khi qua vị trí cân bằng, bi A va chạm đàn hồi và xuyên tâm với bi B có khối lượng $m_1 = 50$g đang đứng yên trên mặt bàn. Xác định vận tốc của hai hòn bi ngay sau khi va chạm và biên độ góc α' của con lắc.

c. Giả sử bàn cao 0,8m so với sàn nhà và bi B nằm ở mép bàn. Xác định thời gian bi B bay từ khi va chạm đến khi rơi xuống sàn nhà và điểm rơi cách chân bàn O.

Đáp số: a. v = 1,63m/s

b. v' = 0,54 m/s; α' = 0,173 rad = 10^0

c. t = 0,4s; x = 2,16.0,4 = 0,86m

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

7.7. Chiều dài của con lắc vật lí được quy về chiều dài của con lắc toán học, nếu con lắc này có cùng

A. tần số dao động như con lắc vật lí

B. mômen quán tính như con lắc vật lí

C. khối lượng như con lắc vật lí.

D. biên độ dao động như con lắc vật lí

7.8. Vật dao động điều hoà, khi đi từ vị trí cân bằng đến biên thì

A. thế năng giảm dần.

B. động năng và thế năng chuyển hoá cho nhau.

C. động năng tăng dần.

D. vận tốc tăng dần.

7.9. Biểu thức chu kì của con lắc đơn dao động nhỏ có dạng

A. $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$.

B. $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{l}{g}}$.

C. $T = \sqrt{\frac{2\pi l}{g}}$.

D. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

7.10. Biểu thức chu kì của con lắc vật lí có dạng

A. $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{mgd}{I}}$.

B. $T = 2\pi\sqrt{\frac{mgd}{I}}$.

C. $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}}$.

D. $T = \sqrt{\frac{2\pi I}{mgd}}$.

7.11. Một con lắc đơn dao động với biên độ nhỏ. Chu kì dao động của con lắc không đổi khi

A. thay đổi chiều dài con lắc.

B. thay đổi gia tốc trọng trường.

C. tăng biên độ góc lên 30^0.

D. thay đổi khối lượng của quả cầu của con lắc.

7.12. Một con lắc đơn dài $l = 200cm$ dao động tại nơi có $g = 9,8m/s^2$. Số dao động mà con lắc này thực hiện được trong 5 phút là.

A. $n = 2,6$. B. $n = 22,6$. C. $n = 23,4$. D. $n = 105,6$.

7.13. Một con lắc có khối lượng $m = 0,5g$, chu kì $T = 2\pi/5$. Biết rằng khi $t = 0$ con lắc ở vị trí biên độ góc α_0 (có $\cos\alpha_0 = 0,99$). Phương trình dao động ở vị trí biên của con lắc là

A. $\alpha = 0,14\sin 5t$ (rad).

B. $\alpha = 1,4\sin 5t$ (rad).

C. $\alpha = 0,14\sin(5t - \pi/2)$(rad).

D. $\alpha = 0,14\sin(5t + \pi/2)$(rad).

7.14. Một con lắc có khối lượng $m = 0,5g$, chu kì $T = 2\pi/5$. Biết rằng khi $t = 0$ con lắc ở vị trí biên độ góc α_0 (có $\cos\alpha_0 = 0,99$). Sức căng dây ở vị trí biên và vị trí cân bằng của con lắc là

A. $T_{min} = 5,4.10^{-3}$ N; $T_{max} = 4,5.10^{-3}$ N.

B. $T_{min} = 10^{-4}$ N; $T_{max} = 10^{-3}$ N.

C. $T_{min} = 4,9.10^{-3}$ N; $T_{max} = 5.10^{-3}$ N.

D. $T_{min} = 4.10^{-3}$ N; $T_{max} = 5.10^{-3}$ N.

7.15. Một con lắc đơn được gắn vào chân một cái thang máy. Chu kì dao động khi thang máy đứng yên là T. Khi thang máy rơi tự do thì chu kì dao động của nó là

A. $T' = 0$.

B. $T' = T$.

C. $T' = 1/T$.

D. Vô cùng lớn.

7.16. Khi gắn một quả nặng m_1 vào một lò xo, nó dao động với một chu kì $T_1 = 1,2$ (s), khi gắn quả nặng m_2 vào cũng lò xo đó nó dao động với chu kì $T_2 = 1,6$ (s). Khi gắn đồng thời hai quả nặng $(m_1 + m_2)$ thì nó dao động với chu kì

A. $T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = 2$(s).

B. $T = T_1^2 + T_2^2 = 4$(s).

C. $T = T_1 + T_2 = 2,8$ (s).

D. $T = \dfrac{1}{T_1} + \dfrac{1}{T_2} = 1,45$(s).

7.17. Một con lắc đơn có chiều dài l_1 dao động với chu kì $T_1 = 1,5$s. Một con lắc đơn khác có chiều dài l_2 dao động với chu kì $T_2 = 2$s. Chu kì của con lắc đơn có chiều dài bằng $(l_1 + l_2)$ sẽ là

A. $T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = 2,5(s)$. B. $T = T_1^2 + T_2^2 = 6,25(s)$.

C. $T = T_1 + T_2 = 3,5\ (s)$. D. $T = \dfrac{1}{T_1} + \dfrac{1}{T_2} = 1,25(s)$.

7.18. Người ta đưa một đồng hồ quả lắc từ mặt đất lên độ cao h = 5km. Bán kính Trái Đất R = 6400km. Mỗi ngày đêm đồng hồ đó chạy chậm

A. t = 67,5s. B. t = 76,5s.

C. t = 6,75s. D. t = 7,65s.

7.19. Một con lắc đơn đếm giây chạy đúng khi nhiệt độ là 20^0C. Biết hệ số nở dài dây $\lambda = 1,8.10^{-5}K^{-1}$. Ở nhiệt độ 80^0C trong một ngày đêm con lắc:

A. đếm chậm 47s. B. đếm nhanh 74s.

C. đếm nhanh 4,7s. D. đếm chậm 7,4s.

Chủ đề 8 CON LẮC LÒ XO

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Đối với con lắc lò xo thì chu kì lại phụ thuộc vào độ cứng của lo xo (k). Trong thực tế các bài toán thường cho hệ dao động có các lò xo có thể được mắc nối tiếp nhau hoặc song song nhau. Giá trị của chu kì dao động của hệ sẽ phụ thuộc vào các cách mắc này.

1. Xác định chu kì dao động của con lắc.

+ Nếu hệ chịu tác dụng của lực có dạng F = −kx (con lắc lò xo) thì hệ đó dao động điều hoà với chu kì: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$.

Nếu hai lò xo có độ cứng k_1 và k_2 ghép nối tiếp có thể xem như một lò xo có độ cứng k thoả mãn biểu thức: $\dfrac{1}{k} = \dfrac{1}{k_1} + \dfrac{1}{k_2}$

Nếu hai lo xo có độ cứng k_1 và k_2 ghép song song, thì có thể xem như một lò xo có độ cứng k thoả mãn biểu thức: $k = k_1 + k_2$

Khi giải các bài toán dạng này, nếu gặp trường hợp một lò xo có độ dài tự nhiên l_0 (độ cứng k_0) được cắt thành hai lò xo có chiều dài lần lượt là l_1 (độ cứng k_1) và l_2 (độ cứng k_2) thì ta có: $k_0l_0 = k_1l_1 = k_2l_2$

(trong đó $k_0 = \dfrac{ES}{l_0} = \dfrac{const}{l_0}$; E: suất Young($N/m^2$). S: tiết diện ngang ($m^2$))

2. Xác định lực phục hồi là lực đưa vật về vị trí cân bằng:

$$F = -kx \text{ hay } F = k|x|$$

+ Tại vị trí cân bằng thì F = 0; đối với dao động điều hoà $k = m\omega^2$.

Lực đàn hồi $F_{dhx} = -k(\Delta l + x) \Leftrightarrow k|\Delta l + x|$ với $(\Delta l = l_{CB} - l_0)$

+ Khi con lắc nằm ngang thì: $\Delta l = 0$

+ Khi con lắc nằm thẳng đứng: $k|\Delta l| = mg$

+ Khi con lắc nằm trên mặt phẳng nghiêng 1 góc α : $k|\Delta l| = mg\sin\alpha$

+ Lực đàn hồi cực đại: $F_{max} = k(|\Delta l| + A)$

+ Lực đàn hồi cực tiểu:

$F_{min} = 0$ (nếu $A \geq |\Delta l|$) và $F_{min} = k(|\Delta l| - A)$ (nếu $A < |\Delta l|$)

3. Giải bài toán bằng phương pháp động lực và năng lượng.

a. Phương pháp phân tích lực: Nếu hệ chịu tác dụng của lực có dạng $F = -kx$ thì hệ đó dao động điều hoà với chu kì: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$. Vì vậy, để giải nhanh các bài toán dạng này ta cần phân tích các lực tác dụng vào hệ (trọng lực, phản lực, lực căng của lò xo, lực căng dây của con lắc) và khảo sát tính chất của hợp lực tại các vị trí khác nhau (vị trí cân bằng, vị trí có toạ độ x).

b. Phương pháp dùng định luật bảo toàn năng lượng: Bằng cách chứng tỏ rằng gia tốc của vật có dạng: $x'' = -\omega^2 x$, từ đó suy ra tại vị trí x vật có:

Động năng: $W_d = \frac{1}{2}mv^2$

Thế năng: $W_t = \frac{1}{2}kx^2$

Theo định luật bảo toàn năng lượng:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}\frac{mg}{l}x^2 = \text{const.}$$

Bằng cách lấy đạo hàm bậc nhất của phương trình trên ta được:

$$x'' = -\left(\frac{k}{m} + \frac{g}{n}\right)x : \quad \text{đặt} \quad \left(\frac{k}{m} + \frac{g}{n}\right) = \omega^2 \Rightarrow x'' = -\omega^2 x \Rightarrow T = 2\pi/\omega$$

Các bước tiến hành giải bài toán này như sau:

+ Phân tích chuyển động dao động của hệ

+ Phân tích các lực tác dụng vào con lắc

+ Viết phương trình chuyển động của hệ theo định luật 2 Newtơn

+ Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng để giải tìm các đại lượng theo yêu cầu của bài toán.

+ Biện luận kết quả và trả lời.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 8.1.

Một lò xo có khối lượng nhỏ không đáng kể, được treo vào một điểm cố định O có độ dài tự nhiên là OA = l_0*. Treo một vật khối lượng* $m_1 = 100g$ *vào lò xo thì độ dài của nó là OB =* $l_1 = 31cm$*. Treo thêm một vật khối lượng* $m_2 = 100g$ *vào lò xo thì độ dài của lò xo là* $l_2 = 32cm$*.*

a. Xác định độ cứng k và độ dài tự nhiên l_0 *của lò xo.*

b. Nâng lò xo trở lại độ dài l_0 *sau đó thả cho hệ* $(m_1 + m_2)$ *chuyển động tự do. Chứng minh rằng hệ* $m_1 + m_2$ *dao động điều hoà. Tính chu kì dao động của hệ và viết phương trình dao động của hệ.*

c. Tính vận tốc, gia tốc và động năng của hệ $(m_1 + m_2)$ *và thế năng của lò xo (chọn mốc tính thế năng tại VTCB. Khi hệ nằm cách A là 2,2cm. Lấy* $g = 10m/s^2$*)*

Bài giải:

Cho: OA = l_0, OB = l_1 = 31cm

m_1 = 100g; m_2 = 100g; l_2 = 32cm

x = 2,2m; g = 10m/s^2

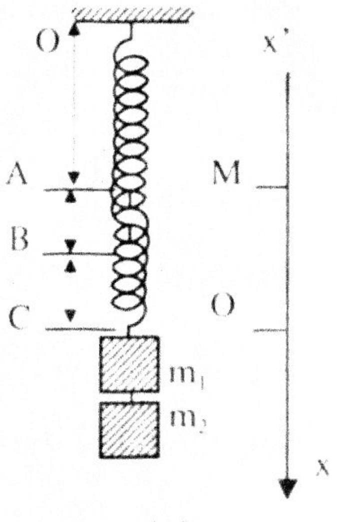
Hỏi: a. k = ? và l_0 =?

b. CM hệ dao động điều hoà; T = ?

c. v = ? ; $W_đ$ = ? W_t = ?

Phân tích: Đây là loại toán về con lắc lò xo. Để giải bài toán này cần chú ý các vấn đề sau:

Nếu đề bài chưa cho biết độ cứng k của lò xo (hoặc khối lượng m của vật) thì căn cứ vào dữ kiện của đề bài ta xác định được k. Thông thường đề bài cho biết lực F và độ dãn Δl, từ đó $k = \dfrac{F}{\Delta l}$.



Hình 2.3

Nếu lực F là trọng lượng của vật treo thì F = mg, và $k = \dfrac{mg}{\Delta l}$ (từ đó $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} = \sqrt{\dfrac{g}{\Delta l}}$). Có thể xác định m nếu biết k và ω (hoặc T, hoặc f), chú ý đơn vị của k là N/m. Dựa vào điều kiện ban đầu sẽ lập được phương trình dao động. Từ phương trình dao động sẽ xác định được vận tốc, gia tốc năng lượng dao động. Lò xo có độ cứng k và độ dài tự nhiên l_0 khi bị cắt ngắn đi và phần còn lại có độ dài l'_0 thì độ cứng của phần đó được tăng lên và bằng $k' = k.\frac{l_0}{l_0}$.

Giải

a. Chọn trục xx' hướng thẳng đứng xuống dưới (hình 2.3).

Tại vị trí B: trọng lượng của m_1 cân bằng với lực đàn hồi của lò xo:

$$F_1 = P_1 \Rightarrow k.\ \overline{AB} = k.(l_1 - l_0) = m_1g \qquad (1)$$

Tại vị trí C, ta có:

$$F_2 = (P_1 + P_2) \Rightarrow k.\overline{AB} = k.(l_2 - l_0) = (m_1 + m_2)g \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) ta được: $k = \frac{m_2g}{l_2 - l_1} = 100N/m$.

Thay giá trị k vào (1) ta được: $l_0 = 30cm$.

b. Ta tìm biểu thức của hợp lực tác dụng lên hệ $(m_1 + m_2)$ tại một vị trí M bất kì. Chọn gốc toạ độ tại C: $\overline{CM} = x$. Trọng lượng của hệ: $P = (m_1 + m_2)g$

Lực đàn hồi của lò xo: $F_{dh} = -k.\ \overline{AM} = -k(\overline{AC} + \overline{CM}) = -k(l_2 + x - l_0)$

Hợp lực tác dụng lên hệ là:

$$F = P + F_{dh} = (m_1 + m_2)g - k\,(l_2 + x - l_0) \quad (3)$$

Kết hợp (3) và (1) ta có: $F = -kx$, áp dụng định luật II Niutơn ta có:

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2} \Rightarrow x'' = -\frac{k}{m_1 + m_2}x = -\omega^2x$$

$$\text{Với } \omega^2 = \frac{k}{m_1 + m_2}$$

Phương trình $x'' = -\omega^2x$ có nghiệm là $x = A\sin(\omega t + \varphi)$

⇒ Vậy lò xo dao động điều hoà xung quanh VTCB C.

+ Chu kì của dao động là: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}} \approx 0{,}28s$.

+ Tần số của dao động: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} \approx 22{,}36$ rad/s

+ Phương trình dao động của hệ có dạng: $x = A\sin(\omega t + \varphi)$

Chọn gốc thời gian là lúc thả hệ cho hệ chuyển động tự do.

Theo đề bài: $x_0 = \overline{CA} = -2 = A\sin\varphi$.

$$v_0 = \omega A\sin\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = \frac{3\pi}{2} \text{ và } A = 2$$

⇒ Phương trình dao động của hệ là: $x = 2\sin\left(22{,}36t + \frac{3\pi}{2}\right)$ (cm)

c) Khi vật ở cách A 2,2cm thì nó cách VTCB: $x_1 = 2,2 - 2 = 0,2\text{cm}$.

Thế vào phương trình dao động ta được:

$$0,2 = 2\sin\left(\omega t + \frac{3\pi}{2}\right) \Rightarrow \omega t + \frac{3\pi}{2} = \arcsin(0,1)$$

Vận tốc của vật ở thời điểm t đó:

$$v_1 = \omega A\cos\left(\omega t + \frac{3\pi}{2}\right) = \omega A\sqrt{1 - \sin^2\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)} \approx 44,5 \text{ cm/s}.$$

Động năng của hệ: $W_d = \dfrac{(m_1 + m_2)v^2}{2} \approx 0,02\text{J}$

Thế năng đàn hồi của lò xo: $W_t = \dfrac{kx_1{}^2}{2} = 0,0002\text{J}$

Gia tốc của hệ ở thời điểm t: $a_1 = -\omega^2 x_1 \approx -1\text{m/s}^2$

Đáp số: $k = 100\text{N/m}$; $x = 2\sin\left(22,36t + \dfrac{3\pi}{2}\right)$ (cm).

$W_d = 0,02\text{J}$; $W_t = 0,0002\text{J}$; $a = -1\text{m/s}^2$.

Thí dụ 8.2.

Hai lò xo giống hệt nhau có khối lượng không đáng kể. Mỗi lò xo có độ dài tự nhiên $l_0 = 20\text{cm}$ và có độ cứng $k = 175\text{N/m}$.

a. Treo một quả nặng M có kích thước không đáng kể vào một lò xo theo phương thẳng đứng, đầu trên giữ cố định. Xác định khối lượng m của quả nặng để chu kì dao động của nó bằng 0.3s. Viết phương trình dao động của quả nặng M, biết rằng vận tốc cực đại của quả nặng bằng 21cm/s và ở thời điểm ban đầu nó ở VTCB.

b. Nối hai lò xo liên tiếp nhau rồi treo quả nặng M vào đó rồi cho dao động tự do. Xác định chu kì dao động. Nếu cơ năng của quả nặng M khi đó bằng cơ năng của nó trong trường hợp a, thì khoảng cách cực đại và cực tiểu từ M đến điểm treo lò xo bằng bao nhiêu? Trong mọi trường hợp bỏ qua các ma sát và coi gia tốc trọng trường bằng $9,8\text{m/s}^2$.

Bài giải

Cho: $l_0 = 20\text{cm}$; $k = 175\text{N/m}$.

$\underline{T = 0,3\text{s};\ v_{max} = 21\text{cm/s};\ g = 9,8\text{m/s}}$

Hỏi: a. m = ?; phương trình ?;

b. $T = ?$; $l_{max} = ?$; $l_{min} = ?$.

Phân tích: Đây là bài toán về một hệ con lắc gồm một hệ lò xo ghép với một vật nặng. Hệ lò xo có thể bao gồm nhiều lò xo ghép nối tiếp với nhau hoặc gồm các lò xo ghép song song (vật nối với nhiều lò xo ở một đầu còn đầu kia của các lò xo được nối hoặc giữ một nơi cố định. Chỉ cần xác định được độ cứng của hệ lò xo sau đó giải bài toán như trường hợp của con lắc lò xo thông thường. Trong trường hợp các lò xo ghép nối tiếp có thể chứng minh được rằng: $\frac{1}{k}=\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}+\frac{1}{k_3}+...$trong đó k là độ cứng của hệ lò xo, còn k_1, k_2... là độ cứng của các lò xo trong hệ. Trong trường hợp các lò xo ghép song song(một đầu nối với vật còn đầu kia giữ cố định ta có $k = k_1 + k_2 + ...$). Trong nhiều bài toán đề bài đòi hỏi phải chứng minh là hệ dao động điều hoà. Khi đó chỉ cần đặt vấn đề: đưa vật ra khỏi VTCB một đoạn x, tìm hợp lực tác dụng lên vật (theo phương chuyển động) và chứng minh rằng hợp lực đó có biểu thức $F = -kx$. Với hệ lò xo ghép ta sẽ thấy k được tính như trên.

Giải

Từ công thức tính chu kì dao động của con lắc lò xo:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \text{ ta suy ra: } m = \frac{kT^2}{4\pi^2} = 0,3989... \approx 0,4\text{kg}.$$

Phương trình dao động của quả nặng M có dạng:

$$x = A\cos(\omega t + \varphi) = A\cos(\frac{2\pi}{T}t + \varphi).$$

Theo đề bài: $v_{max} = \omega A = \frac{2\pi}{T}A = 21\text{cm/s}$ và lúc $t = 0$, $x_0 = 0 = A\cos\varphi$.

$$\Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2} \text{ và } A = \frac{v_{max}T}{2\pi} \approx 1\text{cm}.$$

Vậy phương trình dao động của quả nặng là:

$$x = \cos\left(\frac{2\pi}{0,3t} - \frac{\pi}{2}\right) = \cos(\frac{20\pi}{3}t - \frac{\pi}{2}) \text{ (cm)}.$$

b. Hai lò xo giống hệt nhau nối liên tiếp với nhau, có thể coi như một lò xo duy nhất, có độ dài tự nhiên $2l_0$ và có độ cứng $k' = \frac{k}{2}$ (bởi vì cùng một lực F, làm cho mỗi lò xo giảm một đoạn Δl, thì độ giãn tổng cộng của hai lò xo ghép là $2.\Delta l$. Vậy chu kì dao động của quả nặng ΔM bây giờ là:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k'}} = 2\pi\sqrt{\frac{m-2}{k}} = T\sqrt{2} \approx 0,42\text{s}.$$

Cơ năng của con lắc trong trường hợp a) bằng $E = \frac{kA^2}{2}$ và bây giờ nó bằng:

$E' = \dfrac{k'A'^2}{2}$, với A'; là biên độ dao động bây giờ của quả nặng. Vì cơ năng không đổi nên ta có: $\dfrac{k'A'^2}{2} = \dfrac{kA^2}{2} \Rightarrow A' = \sqrt{\dfrac{k}{k'}}A \approx 1{,}414\text{cm}$.

Vị trí cân bằng mới của quả nặng cách điểm treo một khoảng l: $l = 2l_0 + \Delta l$

Với: $\Delta l = \dfrac{mg}{k'} \approx 4{,}48\text{cm} \Rightarrow l = 44{,}48\text{cm}$

Do đó khoảng cách cực đại và cực tiểu từ quả nặng đến điểm treo là:

$l_{max} = l + A' \approx 45{,}9\text{cm}$ và $l_{min} = 1 - A' \approx 43{,}1$ cm.

Đáp số: $m = 0{,}4\text{kg}$; $x = \cos(\dfrac{20\pi}{3}t - \dfrac{\pi}{2})$ (cm).

$l_{max} = 45{,}9\text{cm}$ và $l_{min} = 43{,}1$ cm.

Thí dụ 8.3

Một con lắc lò xo có độ cứng k = 80N/m, khối lượng m = 200g, dao động có ma sát trên mặt phẳng ngang. Lúc đầu vật có biên độ A_0 =2cm. Hỏi sau một chu kì dao động biên độ của vật bằng bao nhiêu? và sau bao nhiêu chu kì dao động thì con lắc dừng lại? Coi rằng trong quá trình dao động thì con lắc dừng lại và hệ số ma sát $\gamma = 0{,}1$. Lấy $g = 10m/s^2$.

Bài giải

Cho: k = 80N/m, m = 200g,

A_0 =2cm; $\gamma = 0{,}1$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$

Hỏi: A = ?; n_T = ?

Phân tích: Đây là loại bài toán về dao động tắt dần. Nếu tìm được biểu thức của lực cản (lực ma sát) thì ta xác định được độ giảm của biên độ dao động dựa vào định luật bảo toàn năng lượng (độ giảm cơ năng toàn phần của con lắc bằng công của lực cản). Ngược lại nếu biết được độ giảm của biên độ (chẳng hạn nếu cho biết biên độ giảm theo cấp số nhân lùi vô hạn) ta sẽ tìm được độ giảm của cơ năng toàn phần (cũng là độ giảm của thế năng cực đại hoặc độ giảm động năng cực đại của con lắc).

Giải

Giả sử sau một nửa chu kì dao động biên độ của vật là A_1 và sau một chu kì dao động biên độ của vật chỉ còn là A_2. Sau một nửa chu kì dao động, độ giảm thế năng đàn hồi là: $\Delta W_{t1} = \dfrac{kA_0^2}{2} - \dfrac{kA_1^2}{2}$. Độ giảm cơ năng toàn phần và công của lực ma sát là: $A_{ms} = F_{ms}(A_0 + A_1) = \gamma mg(A_0 + A_1)$

Ta có: $\Delta W_{t1} = A_{ms}$, suy ra: $\frac{k}{2}(A_0^2 - A_1^2) = \gamma mg(A_0 + A_1)$

$\Rightarrow A_1 = \frac{kA_0 - 2\gamma mg}{k} = 1{,}5cm$. Lập luận tương tự như trên ta thấy, sau một chu kì dao động biên độ của vật là: $A_2 = \frac{kA_1 - 2\gamma mg}{k} = 1cm$.

Thay biểu thức của A_1 vào biểu thức của A_2 ta có: $A_2 = \frac{kA_0 - 4\gamma mg}{k}$;

Từ đó suy ra công thức tổng quát khi tính biên độ sau n chu kì dao động là:

$$A_{n2} = \frac{kA_0 - n4\gamma mg}{k}.$$

Con lắc dừng lại khi $A_{2n} = 0$, nghĩa là khi:

$$kA_0 - n.4\gamma mg = 0 \Rightarrow n = \frac{kA_0}{4\gamma mg}.$$

Thay số ta được n = 2, vậy con lắc dừng lại sau 2 chu kì dao động.

Đáp số: $A_{n2} = \frac{kA_0 - n4\gamma mg}{k}$; $n = 2$

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

8.4. Một lò xo khối lượng không đáng kể, độ dài tự nhiên $l_0 = 25cm$. Độ giãn của lò xo tỉ lệ với khối lượng của vật treo vào nó (nếu cứ thêm khối lượng vật treo 20gam thì lò xo giãn thêm 5mm). Bỏ qua mọi lực ma sát và lực cản của môi trường. Treo vào lò xo một vật có khối lượng $m_1 = 100g$. Lấy $g = 10{,}0\ m/s^2$. Kéo vật theo phương thẳng đứng xuống dưới vị trí cân bằng một đoạn 2cm rồi buông không vận tốc ban đầu. Hãy xác định:

a. Độ cứng của lò xo là

b. Chu kì của dao động là

c. Chọn trục toạ độ có gốc tại vị trí cân bằng của vật, chiều dương hướng theo phương trọng lực, gốc thời gian được tính khi buông vật, viết phương trình dao động của vật.

d. Gắn thêm một vật nặng m_2 vào vật m_1 thì chu kì dao động của con lắc tăng thêm 10% so với trường hợp ban đầu. Xác định độ lớn của chu kì đó

e. Xác định chiều dài của lò xo ở vị trí cân bằng của hệ trong trường hợp này.

Đáp số: a. $k = 40\ (N.m^{-1})$. b. $T = 0{,}314\ (s)$

c. $x = 2\sin\left(20t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm); $T = 1{,}1(s)$; $l = 28$ cm

8.5. Một lò xo có khối lượng không đáng kể, có độ cứng k, đầu trên được treo vào một điểm cố định. Khi treo vào đầu dưới một vật khối lượng $m = 100g$ thì lò xo giãn ra 25cm. Người ta kích thích cho vật dao động điều hoà dọc theo trục lò xo. Chọn gốc toạ độ tại vị trí cân bằng, chiều dương hướng lên. Lấy gia tốc trọng trường $g \approx 10m/s^2$ và $\pi^2 \approx 10$. Phương trình dao động của vật là: $x = 8\sin(\omega t - \pi/6)$cm.

a. Xác định vận tốc góc của vật ở vị trí cân bằng

b. Nếu tại thời điểm nào đó vật có li độ là 4cm, xác định li độ của vật và độ lớn của lực đàn hồi của lò xo tại vị trí này ứng với vật đi theo chiều dương tại 1/3 giây tiếp theo sau.

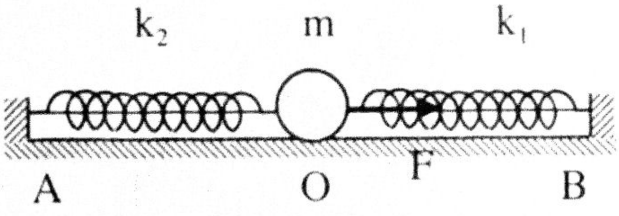
c. Xác định li độ của vật và độ lớn của lực đàn hồi của lò xo tại vị trí 1/3 giây tiếp theo vị trí $x = 4$cm, ứng với vật đi theo chiều âm.

Đáp số: a. $\omega = 2\pi$ rad/s

b. $x_1 = 4cm$; $F_{dh1} = 0,84N$

c. $x_2 = -8cm$; $F_{dh2} = 1,32N$

8.6. Một quả cầu nhỏ có khối lượng $m = 50g$ có thể trượt dọc theo một dây thép, xuyên qua tâm của quả cầu nằm ngang giữa hai điểm cố định A và B cách nhau một đoạn AB = 25cm. Có hai lò xo k_1 và k_2 được cắt ra từ một lò xo dài, k_1 được gắn vào một đầu quả cầu còn đầu kia cố định vào A, k_2 một đầu được cố định vào B và đầu còn lại vào đầu kia của quả cầu hình 2.4. Ở vị trí cân bằng ta có: $OA = l_1 = 10cm$ và $OB = l_2 = 15cm$ hai lò xo không bị nén hay giãn. Dùng một lực F = 5N đẩy quả cầu thì nó rời khỏi và cách vị trí cân bằng O một đoạn 1cm. Xác định độ cứng k_1 và k_2 của các lò xo.



Hình 2.4

Đáp số: $k_1 = 300N/m$ và $k_2 = 200N/m$.

8.7. Một con lắc lò xo gồm quả cầu nhỏ có khối lượng $m = 0,1kg$ gắn với lò xo có độ cứng k dao động điều hoà trên mặt phẳng nằm ngang theo phương trình toạ độ và vận tốc đầy đủ của dao động là:

$x(t) = 2\sin(10t + \frac{\pi}{2})$ (cm) và $v(t) = 20\cos(10t + \frac{\pi}{2})$ (cm/s). Biết rằng:

Tại thời điểm t_1 có: $x_1 = 1cm$; $v = v_1 = -10\sqrt{3}$ (cm/s).

Tại thời điểm t_2 có: $x_2 = -\sqrt{2}$ cm; $v = v_2 = -10\sqrt{2}$ (cm/s).

Xác định các thời điểm đó.

Đáp số: $t_1 = \frac{\pi}{30} + k\frac{\pi}{5}(s)$ và $t_2 = \frac{\pi}{8} + k\frac{\pi}{5}(s)$

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

8.8. Quả cầu của con lắc lò xo dao động điều hòa dọc theo trục nằm ngang với li độ được xác định bởi: $x = 0{,}04\sin 2\pi t$ (m):

a. Li độ của quả cầu tại thời điểm $t = 4/3$s.

A. $x = 0{,}035$m.
B. $x = -0{,}35$m.
C. $x = 0{,}35$m.
D. $x = -0{,}20$m.

b. Vận tốc của quả cầu tại thời điểm $t = 4/3$s.

A. $v = -0{,}218$m/s.
B. $v = -1{,}26$m/s
C. $v = 0{,}126$m/s.
D. $v = 1{,}26$m/s

c. Vận tốc và gia tốc cực đại mà quả cầu đạt được là

A. $v_M = 0{,}251$m/s, $a_M = 1{,}58$m/s.
B. $v_M = -0{,}251$m/s, $a_M = -1{,}58$m/s^2.
C. $v_M = 0{,}040$m/s. $a_M = 0{,}040$m/s^2.
D. $v_M = -0{,}251$m/s; $a_M = 1{,}58$m/s.

d. Độ dài quãng đường quả cầu đi được trong 1,5s đầu tiên là

A. $s = 0{,}235$m;
B. $s = 0{,}53$m
C. $s = 0{,}35$m;
D. $s = 0{,}220$m

8.9. Treo vào đầu dưới lò xo một vật khối lượng m thấy nó bị kéo giãn dài thêm 90mm. Dùng tay kéo vật xuống thấp theo phương thẳng đứng một đoạn dài 36mm rồi buông tay ra. Thời gian thực hiện 40 dao động toàn phần đo được là $t = 24$s.

a. Gia tốc trọng trường g tại nơi làm thí nghiệm là

A. $g = 9{,}9$ m/s^2;
B. $g = 9{,}56$ m/s^2.
C. $g = 3{,}94$ m/s^2 ;
D. $g = 9{,}8$ m/s^2.

b. Khi treo vào vật một vật có khối lượng lớn gấp 2 lần m thì tần số dao động của con lắc lò xo này là

A. $f = 2{,}4$ Hz;
B. $f = 1{,}178$ Hz
C. $f = 2{,}356$ Hz;
D. $f = 2{,}3$ Hz

8.10. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, khi vật nặng ở vị trí cân bằng (VTCB) thì lò xo bị giãn 2,5cm. Chọn trục toạ độ Ox thẳng đứng, gốc O trùng với vị trí cân bằng, chiều dương hướng từ dưới lên. Kéo vật xuống dưới cách VTCB 2cm rồi truyền vận tốc $40\sqrt{3}$ cm/s theo chiều dương để nó dao động điều hoà xung quanh VTCB. Lấy $t = 0$ là lúc truyền vận tốc cho vật và $g = 10 m/s^2$.

a. Phương trình dao động của vật là

A. $x = \sin 20t$ (cm). B. $x = 4\sin 20t$ (cm).

C. $x = \sin(20t + \frac{\pi}{6})$ (cm). D. $x = 4\sin(20t - \frac{\pi}{6})$ (cm).

b. Nếu lực đàn hồi của lò xo có giá trị cực đại là 2,6N thì khối lượng m của vật và độ cứng của lò xo là

A. $m = 1kg$; $k = 40N/m$; B. $m = 1kg$; $k = 4N/m$.

C. $m = 0,1kg$; $k = 4N/m$; D. $m = 0,1kg$; $k = 40N/m$.

8.11. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, vật nặng có khối lượng $m = 250g$. Chọn trục toạ độ Ox thẳng đứng, gốc O trùng với VTCB, chiều dương hướng từ trên xuống. Từ VTCB kéo vật xuống dưới đến vị trí lò xo giãn 6,5cm thì buông nhẹ để vật dao động điều hoà xung quanh VTCB. Biết rằng năng lượng của dao động là 80mJ. Lấy gốc thời gian là lúc thả vật. Cho $g = 10m/s^2$.

a. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 4\sin(20t + \pi/2)$ (cm). B. $x = \sin 20t$ (cm).

C. $x = 4\sin(20t - \pi/2)$ (cm). D. $x = 4\sin 20t$(cm).

b. Giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của lực đàn hồi là

A. $F_{max} = 6,5N$; $F_{min} = 0$; B. $F_{max} = 5,6N$; $F_{min} = 0$

C. $F_{max} = 65N$; $F_{min} = 0$; D. $F_{max} = 56N$; $F_{min} = 0$

8.12. Một lò xo nhẹ treo thẳng đứng có chiều dài tự nhiên là 30cm. Treo vào đầu dưới lò xo một vật nhỏ thì thấy hệ cân bằng khi lò xo giãn 10cm. Kéo vật theo phương thẳng đứng cho tới khi lò xo có chiều dài 42cm, rồi truyền cho vật vận tốc 20cm/s hướng lên trên. Cho rằng vật dao động điều hoà.

a. Phương trình dao động của vật là

A. $x = 2\sqrt{2}\cos(10t + \frac{2\pi}{3})$ (cm). B. $x = \sqrt{2}\cos(10t + \frac{2\pi}{3})$ (cm).

C. $x = 2\sqrt{2}\cos(10t - \pi/2)$ (cm). D. $x = \sqrt{2}\cos(10t - \pi/2)$ (cm).

b. Lấy gốc toạ độ ở vị trí cân bằng, trục toạ độ thẳng đứng, chiều dương hướng xuống dưới, gốc thời gian chọn khi vật đi qua vị trí có toạ độ $x_0 = -\sqrt{2}$ cm, ngược chiều dương. Cho $g = 10m/s^2$. Khoảng thời gian ngắn nhất để vật chuyển động từ vị trí có li độ $2\sqrt{2}$ cm đến $-2\sqrt{2}$ là

A. $t = \frac{\pi}{15}$ (s). B. $t = \frac{\pi}{12}$ (s).

C. $t = \frac{\pi}{1,5}$ (s). D. $t = \pi$ (s).

8.13. Một con lắc lò xo nằm ngang dao động điều hoà xung quanh vị trí cân bằng theo phương trình: $x = 4\sin\omega t$(cm). Biết rằng cứ sau những khoảng thời gian bằng nhau và bằng $\frac{\pi}{40}$ (s), thì động năng lại bằng nữa cơ năng. Chu kì và vận tốc góc của dao động là

A. $T = \frac{\pi}{10}(s)$; $\omega = 20$ (rad/s). B. $T = \pi$ (s); $\omega = 20$ (rad/s).

C. $T = \frac{\pi}{5}(s)$; $\omega = 20$ (rad/s). D. $T = \frac{\pi}{5}(s)$; $\omega = 2$ (rad/s).

8.14. Con lắc lò xo có độ cứng k = 40N/m dao động điều hoà. Khi vật m của con lắc đi qua vị trí có x = −2cm thì thế năng điều hoà của con lắc là

A. $W_t = -0{,}016$J. B. $W_t = -0{,}008$J.

C. $W_t = 0{,}016$J. D. $W_t = 0{,}008$J.

8.15. Con lắc lò xo gồm quả cầu nhỏ có khối lượng m = 0,1kg gắn với lò xo độ cứng k, dao động điều hoà trên mặt phẳng nằm ngang phương trình:

$x(t) = 2\sin(10t + \frac{\pi}{2})$ (cm). Tại các thời điểm $t_1(x_1 = 1\text{cm})$.

$v_1 = -10\sqrt{3}$ (cm/s) và t_2 ($x_2 = -\sqrt{2}$ cm; $v_2 = -10\sqrt{2}$ (cm/s)) động năng, thế năng tức thời của chuyển động là

A. $W_t = \frac{E}{2}[1 - \cos(20t + \pi)]$ và $W_d = \frac{E}{2}[1 + \cos(20t + \pi)]$.

B. $W_t = E[1 - \cos(20t + \pi)]$ và $W_d = \frac{E}{2}[1 + \cos(20t + \pi)]$.

C. $W_t = \frac{E}{2}[1 - \cos(20t + \pi)]$ và $W_d = E[1 + \cos(20t + \pi)]$.

D. $W_t = \frac{E}{2}[1 - \cos(t + \pi)]$ và $W_d = \frac{E}{2}[1 + \cos(2t + \pi)]$.

8.16. Một lò xo khối lượng không đáng kể, có độ dài tự nhiên 20cm, lò xo bị giãn ra thêm 1cm dưới tác dụng của lực kéo 0,1N. Người ta treo vào lò xo một hòn bi có khối lượng 10g rồi quay hệ thống này xung quanh trục thẳng đứng với vận tốc góc ω, khi ấy trục của lo xo làm với trục của quay OO' một góc $\alpha = 60^0$. Lấy $g = 10$ m/s^2.

a. Chiều dài của lò xo

A. $l = 2{,}2$cm. B. $l = 32$cm. C. $l = 22$cm. D. $l = 3{,}2$cm.

b. Số vòng quay được trong 1s là:

A. n = 1,5 (v/s). B. n = 15 (v/s). C. n = 150 (v/s). D. n = 51 (v/s).

8.17. Một cái đĩa nằm ngang, có khối lượng M, được gắn vào đầu trên của một lò xo thẳng đứng có độ cứng k. Đầu dưới của lò xo được giữ cố định. Đĩa có thể chuyển động theo phương thẳng đứng. Bỏ qua mọi ma sát và lực cản của không khí.

a. Ban đầu đĩa ở vị trí cân bằng. Ấn đĩa xuống 1 đoạn A, rồi thả cho đĩa tự do. Chọn trục toạ độ hướng lên trên, gốc thời gian lúc thả tay khỏi đĩa, gốc toạ độ là ở vị trí cân bằng. Phương trình dao động của đĩa được mô tả theo hàm sin có dạng:

A. $x = \sin(10t - \frac{\pi}{2})$ (cm). B. $x = 4\sin(10t)$ (cm).

C. $x = \sin(10t + \frac{\pi}{2})$ (cm). D. $x = 4\sin(10t - \frac{\pi}{2})$ (cm).

b. Đĩa đang nằm ở vị trí cân bằng, thả một vật có khối lượng m rơi tự do từ độ cao h so với mặt đĩa. Va chạm giữa vật và mặt đĩa là hoàn toàn đàn hồi. Sau va chạm đầu tiên, vật nảy lên và được giữ lại không cho rơi xuống đĩa nữa. Tần số góc ω' và biên độ A' dao động đĩa là

A. $\omega = 1\pi$rad/s; A' = 8,2cm. B. $\omega' = 10\pi$rad/s; A' = 82cm.

C. $\omega = 10\pi$rad/s; A' = 8,2cm. D. $\omega' = 10$rad/s; A' = 8,2cm.

c. Lấy gốc thời gian là lúc vật chạm vào đĩa, gốc toạ độ là vị trí cân bằng của đĩa lúc ban đầu, chiều hướng lên trên và M = 200g, m = 100g, k = 20N/m, A = 4cm, h = 7,5cm, $g = 10\text{m/s}^2$. Phương trình dao động của đĩa là

A. $x = 8{,}2.\cos(10t - \pi/2)$ (cm). B. $x = 8{,}2.\cos(10\pi t - 3\pi/2)$ (cm).

C. $x = 0{,}82\cos(10t - \pi/2)$ (cm). D. $x = 8{,}2.\cos(10t + \pi/2)$ (cm).

CÁC LOẠI DAO ĐỘNG
TỔNG HỢP CÁC DAO ĐỘNG

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Bài toán xác định dao động tổng hợp là bài toán tìm các đại lượng đặc trưng để viết phương trình tổng hợp các dao động. Thường có ba phương pháp để giải các bài toán này:

+ *Phương pháp đại số:* Xác định trực tiếp các đại lượng A và φ

+ *Phương pháp lượng giác:* Biến đổi tổng các hàm lượng giác thành tích của chúng.

+ *Phương pháp giản đồ véc tơ:* Dùng giản đồ véc tơ quay.

Cả 3 phương pháp này đều phải dựa trên cơ sở phải từ phương trình li độ của các dao động thành phần: $x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)$ và $x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$, và phương trình li độ của dao động tổng hợp dạng tổng quát: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

– Nếu dùng phương pháp đại số, ta có thể tính trực tiếp A và φ:

$$A^2 = A_1{}^2 + A_2{}^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1) \text{ và } \mathrm{tg}\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}.$$

Tuy nhiên phương pháp này chỉ áp dụng cho các bài toán đơn giản, các dao động cùng phương cùng tần số. Khi đó dao động tổng hợp sẽ là:

$$x = x_1 + x_2 = A\cos(\omega t + \varphi)$$

– Nếu dùng phương pháp lượng giác, ta sử dụng đẳng thức:

$$\sin\alpha + \sin\beta = 2\sin\frac{\varphi + \beta}{2}\cos\frac{\varphi - \beta}{2}.$$

Tuy nhiên phương pháp này chỉ nên dùng trong trường hợp các dao động có cùng biên độ. Với các trường hợp khác phương pháp này sẽ rất phức tạp.

– Nếu dùng phương pháp giản đồ vectơ, ta tiến hành theo các bước:

+ Viết phương trình li độ và biên độ của dao động tổng hợp theo li độ và biên độ của dao động thành phần: $x = \sum x_i$ và $\vec{A} = \sum \vec{A}_i$

+ Vẽ các vectơ biên độ các dao động thành phần theo cùng một tỉ lệ và có vị trí được xác định từ pha ban đầu:

+ Vẽ vectơ biên độ tổng hợp từ các vectơ thành phần (theo quy tắc hình bình hành lực).

+ Viết phương trình dao động tổng hợp theo biên độ và pha đã tính được từ giản đồ. *Các lưu ý cần nhớ:*

1. Độ lệch pha của hai dao động điều hoà cùng tần số: $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$

Nếu $\Delta\varphi > 0 \Rightarrow \varphi_1 > \varphi_2$ (x_1 sớm pha hơn x_2)

Nếu $\Delta\varphi < 0 \Rightarrow \varphi_1 < \varphi_2$ (x_1 trễ pha hơn x_2)

Nếu $\Delta\varphi = k2\pi$ ($k \in z$) (x_1 cùng pha với x_2)

Nếu $\Delta\varphi = (2\pi + 1)\pi$ ($k \in z$) (x_1 ngược pha với x_2)

2. Nếu hai dao động thành phần có:

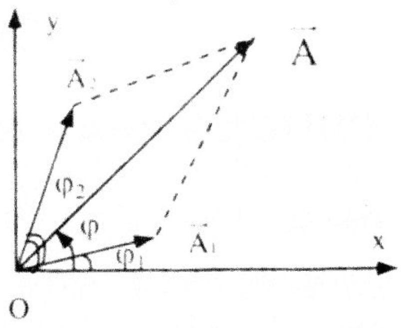
nếu $A_1 \uparrow\uparrow A_2$: $A = A_1 + A_2$

nếu $A_1 \uparrow\downarrow A_2$: $A = |A_1 - A_2|$

nếu $A_1 \perp A_2$: $x = \sqrt{A^2_1 + A^2_2}$

Thì véctơ $\sum \vec{A}$ có: Gốc trùng với O của hệ xOy và độ dài tỉ lệ với biên độ A

Tại thời điểm t = 0, $\vec{A}$ tạo với trục chuẩn (Oy) một góc pha ban đầu φ

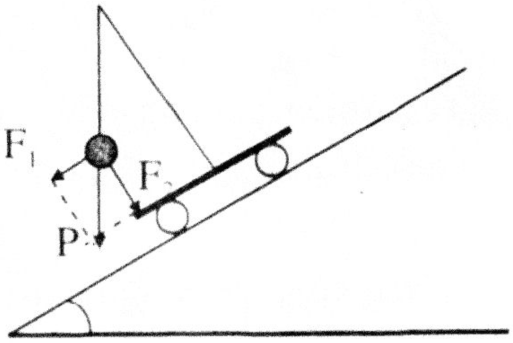


Hình 2.5

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 9.1.v

Một chiếc xe nhỏ, trên có một con lắc có chu kì 0,5s, được đặt trên một mặt phẳng nghiêng 45° so với mặt phẳng ngang. Hỏi chu kì của con lắc sẽ bằng bao nhiêu khi xe bắt đầu chạy xuống theo mặt dốc?



Hình 2.6

Bài giải:

Cho: T = 0,5s; $\alpha = 45^o$, $g = 9{,}81 m/s^2$.

Hỏi T_1 = ?

Phân tích: Con lắc thực hiện các dao động đối với mặt xe. Vì xe chạy xuống dốc nhanh dần đều dưới tác dụng của thành phần trọng lực tác dụng lên xe song song với mặt đường dốc nên đối với mặt dốc chuyển động của con lắc là nhanh dần đều. Trọng lượng P của quả nặng được phân tích thành hai lực thành phần: lực F_1 song song với mặt dốc truyền cho con lắc gia tốc chuyển động tịnh tiến còn lực F_2 thẳng góc với mặt dốc làm cho quả nặng dao động hai bên trục treo con lắc (hình 2.6). Phải tìm gia tốc a của quả nặng theo phương song song với trục treo con lắc sau đó áp dụng công thức cơ bản của con lắc đơn $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a}}$ để tính chu kì T.

Giải

Ta có: $F_2 = p.\cos\alpha = mg\cos\alpha$

m: khối lượng của con lắc

g: gia tốc trọng lực

Từ đó ta suy ra gia tốc của quả nặng là: $a = g\cos\alpha$

Chu kì dao động của con lắc khi xe chạy là:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a}} = T\frac{1}{\sqrt{\cos\alpha}} = 0{,}6s.$$

Đáp số: $T_1 = 0{,}6s$.

Thí dụ 9.2.

Xe lửa chạy với vận tốc nào thì con lắc dài 11 cm trên toa xe sẽ đu đưa thật mạnh. Biết rằng độ dài của thanh ray là 12,5m?

Bài giải:

Cho: $l = 11cm = 0{,}1m$

$L = 12{,}5m$

Xác định: $v = ?$

Phân tích: Chỗ nối hai thanh ray bao giờ cũng có một khoảng hở để phòng khi trời nóng, đường ray giãn nở mà không bị vồng lên. Đó chính là chỗ bánh xe lửa bị va chạm và gây lực kích thích tuần hoàn lên toa xe và do đó cưỡng bách dao động của con lắc treo ở trong toa xe.

Con lắc sẽ dao động thật mạnh với biên độ cực đại, nghĩa là có hiện tượng cộng hưởng khi chu kì hoặc tần số va chạm (ngoại lực kích thích) bằng chu kì hoặc tần số dao động riêng của con lắc. Từ điều kiện đó ta sẽ tìm được vận tốc của xe lửa.

Giải

Điều kiện để con lắc đu đưa mạnh nhất nghĩa là có cộng hưởng cơ học:

$$T_{\text{kích thích}} = T_{\text{riêng}} \Rightarrow \frac{L}{v} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

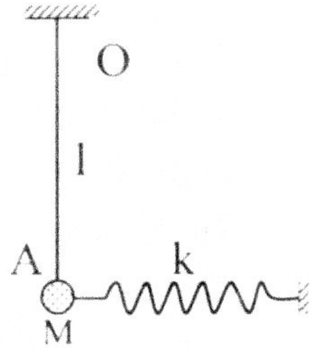
Từ đó ta có: $v = \dfrac{L}{2\pi}\sqrt{\dfrac{l}{g}} = 18{,}75$ m/s $\Rightarrow$ hay $v \approx 67{,}5$ km/h.

Đáp số: $v \approx 67{,}5$ km/h.

Thí dụ 9.3.

Cho cơ hệ có cấu tạo như hình 2.7. Quả cầu A có khối lượng m = 500g; Thanh treo OA có khối lượng không đáng kể, dài l = 25cm.

Lò xo nằm ngang có khối lượng không đáng kể, có độ cứng k = 25N/m. Ban đầu quả cầu A nằm cân bằng, lò xo chưa bị biến dạng và thanh OA nằm thẳng đứng. Từ VTCB kéo nhẹ quả cầu A để thanh OA nghiêng góc $\alpha_0 = 0,05rad$ so với phương thẳng đứng, rồi buông ra. Chứng minh quả cầu dao động điều hoà (bằng phương pháp bảo toàn năng lượng). Tính chu kì dao động và viết phương trình dao động của quả cầu. Lấy $g = 10m/s^2$.



Hình 2.7

Bài giải

Cho: m = 500g; l = 25cm. k = 25N/m

$\alpha = 0,05rad$; $g = 10m/s^2$

Xác định: T = ?; Phương trình ?

Phân tích: Đây là loại bài toán xét dao động của một cơ hệ. Muốn giải bài toán này bằng phương pháp bảo toàn năng lượng ta phải tính được cơ năng của hệ (bao gồm động năng, thế năng trọng trường và thế năng đàn hồi) tại một vị trí bất kì của hệ dựa vào các công thức và kiến thức đã biết. Đặt cơ năng toàn phần bằng hằng số. Sau đó lấy đạo hàm theo t hai vế đẳng thức đó sẽ rút ra được phương trình cần tìm (khi đạo hàm cần chú ý rằng đây là đạo hàm theo biến số t chứ không phải theo biến số x, nghĩa là ta có:

$$(x^2)'_t = 2xx'_t \; ; (v^2)'_t = 2vv'_t.$$

Cần chú ý: có thể giải bài toán theo phương pháp động lực học thông thường: Tìm hợp lực tác dụng lên vật và áp dụng định luật II Niutơn. Cụ thể là trong thí dụ trên, các lực tác dụng lên vật theo phương chuyển động bao gồm lực đàn hồi và hình chiếu của trọng lực lên phương chuyển động.

Do đó hợp lực tác dụng lên quả cầu là: $f_{hl} = -kx - mg\frac{x}{l}$. Sau đó áp dụng định luật II Niutơn cũng tìm được kết quả trên.

Giải

Chọn VTCB của quả cầu làm gốc toạ độ và lúc bắt đầu buông quả cầu làm gốc thời gian(t = 0). Xét chuyển động của quả cầu ở thời điểm t, quả cầu có toạ độ x và vận tốc v, thanh treo OA có góc lệch α.

Động năng của quả cầu: $W_đ = \frac{mv^2}{2}$ và thế năng đàn hồi: $W_{t1} = \frac{kx^2}{2}$

Thế năng trọng trường (chọn vị trí cân bằng làm mốc tính thế năng):

$$W_{t2} = mgh = mgl(1 - \cos\alpha) \approx \frac{mgl}{2}\alpha^2.$$

Vì $\alpha = \frac{x}{l}$ nên ta có: $W_{t2} \approx \frac{mg}{2l}x^2$.

Cơ năng toàn phần của hệ được bảo toàn:

$$E = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} + \frac{mg}{2l}x^2 = \text{const}.$$

Lấy đạo hàm của E theo thời gian ta được:

$$E_t' = mvv' + kxx' + \frac{mg}{l}xx' = 0.$$

Vì: $v = x'$, $v' = x''$ nên ta có: $mx'x'' + kxx' + \frac{mg}{l}xx' = 0$.

$\Rightarrow x'' + (\frac{k}{m} + \frac{g}{l})x = 0$ hay $x'' + \omega^2 x = 0$, với $\omega = \sqrt{\frac{k}{m} + \frac{g}{l}} = 3\sqrt{10}$ rad/s.

Phương trình này có nghiệm: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

Vậy quả cầu dao động điều hoà với tần số ω.

Chu kì dao động: $T + \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k}{m} + \frac{g}{l}}} \approx 0,66s$.

Theo đề bài: lúc $t = 0$, $x = l\alpha_0 = 1,25cm$ và $v = 0 \Rightarrow A = 1,25cm$. $\varphi = 0$.

Phương trình dao động của quả cầu là:

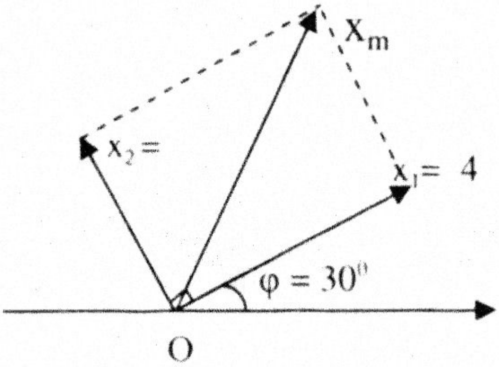
$$x = 1,25.\cos(3\sqrt{10}\,t)\ (cm)$$

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

9.4. Cho hai dao động thành phần cùng phương, cùng tần số có phương trình:

$x_1 = 4\cos(100\pi t - \pi/2)$ (cm) và

$x_2 = 4\cos(100\pi)$. Xác định phương trình dao động tổng hợp của hai dao động này (giải bằng cả 3 phương pháp và so sánh các phương pháp đó).



Hình 2.8

Đáp số: $x = 4\sqrt{2}\cos(100\pi t - \pi/4)$ (cm)

9.5. Cho giản đồ véctơ Fre-nen biểu diễn 2 dao động điều hòa có cùng tần số f = 50 Hz như ở hình 2.8: Xác định dao động tổng hợp hai dao động này

Đáp số: $x = 5\sin(314t + 0,37\pi)$

9.6. Một chất điểm tham gia đồng thời 4 dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số góc có: $A_1 = 3\sqrt{3}$ cm, $\varphi_1 = \pi/4$; $A_2 = 3$cm, $\varphi_2 = -\pi/3$;

$A_3 = 6cm$, $\varphi_3 = \pi/3$ và $A_4 = 6cm$, $\varphi_4 = 2\pi/3$. Xác định dao động tổng hợp của 4 dao động trên.

Đáp số: $x = 12\sin(\omega t + \pi/3)$.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

9.7. Để duy trì dao động cho một cơ hệ, ta phải

A. tác dụng vào nó một lực không đổi theo thời gian.

B. làm nhẵn, bôi trơn để giảm ma sát.

C. tác dụng lên hệ một ngoại lực tuần hoàn.

D. cho hệ dao động với biên độ nhỏ để giảm ma sát.

9.8. Đối với dao động cưỡng bức thì

A. tần số dao động cưỡng bức là tần số riêng của hệ.

B. biên độ dao động cưỡng bức là biên độ của ngoại lực.

C. tần số của dao động cưỡng bức là tần số của ngoại lực tuần hoàn.

D. biên độ của dao động cưỡng bức chỉ phụ thuộc vào tần số của ngoại lực tuần hoàn.

9.9. Nhận định nào dưới đây về dao động cưỡng bức là không đúng?

A. Để dao động trở thành dao động cưỡng bức, ta cần tác dụng vào con lắc đang dao động một ngoại lực không đổi.

B. Nếu ngoại lực cưỡng bức là tuần hoàn thì ở thời kì đầu dao động con lắc là tổng hợp dao động riêng của nó với dao động của ngoại lực.

C. Sau một thời gian dao động chỉ là dao động của ngoại lực tuần hoàn.

D. Tần số dao động cưỡng bức bằng tần số của ngoại lực tuần hoàn.

9.10. Hiện tượng cộng hưởng xảy ra khi

A. tần số dao động bằng tần số riêng của hệ.

B. tần số lực cưỡng bức bé hơn tần số riêng của hệ.

C. tần số lực cưỡng bức lớn hơn tần số riêng của hệ.

D. tần số lực cưỡng bức bằng tần số riêng của hệ.

9.11. Một vật treo bằng một sợi dây vào trần của một toa tàu đang chuyển động đều. Vật nặng có thể coi như một con lắc dây có chu lỳ $T_0 = 1s$. Tàu bị kích động khi đi qua chỗ nối hai đường ray. Người ta nhận thấy khi vận tốc tàu là 45km/h thì vật dao động mạnh nhất. Chiều dài của mỗi đường ray là

A. $l = 12,5$ m. B. $l = 11,5$m. C. $l = 13,5$ m. D. $l = 10,5$m.

9.12. Con lắc thứ nhất có chu kì $T_1 = 3s$, con lắc thứ 2 có chu kì nhỏ hơn T_1. Hai con lắc trùng phùng nhau hai lần liên tiếp 100s. Chu kì dao động của con lắc thứ 2 là

A. $T_2 = 0,291s$. B. $T_2 = 2,91s$ C. $T_2 = 0,395s$. C. $T_2 = 3,95s$

9.13. Hai dao động $x_1 = A\sin\omega t$ và $x_2 = A\sin(\omega t + \pi/2)$ là

A. đồng pha nhau. B. vuông pha nhau

C. x_1 trễ pha hơn x_2. D. x_1 sớm pha hơn x_2

9.14. Để dao động tổng hợp của hai dao động $x_1 = A_1\cos(\omega_1 t + \varphi_1)$ và $x_2 = A_2\cos(\omega_2 t + \varphi_2)$ là dao động điều hoà thì

A. x_1 và x_2 phải cùng phương.

B. $A_1 = A_2$;

C. $\omega_1 = \omega_2$.

D. x_1 và x_2 phải cùng phương, $A_1 = A_2$ và $\varphi_1 - \varphi_2$ = hằng số.

9.15. Hai dao động ngược pha khi

A. $\varphi_2 - \varphi_1 = 2n\pi$. B. $\varphi_2 - \varphi_1 = n\pi$.

C. $\varphi_2 - \varphi_1 = (2n + 1)\pi/2$. D. $\varphi_2 - \varphi_1 = (2n + 1)\pi$.

9.16. Một vật dao động điều hoà theo phương nằm ngang. Vận tốc của vật tại vị trí cân bằng có độ lớn là $v_{max} = 62,8$cm/s và gia tốc cực đại có độ lớn là $a_{max} = 4$m/s^2. Lấy $\pi^2 = 10$. Biên độ và chu kì dao động có thể là

A. A = 10cm, T = 1s. B. A = 1cm, T = 1s.

C. A = 1cm, T = 0,1s. D. A = 10cm, T = 0,1s.

9.17. Một vật dao động điều hoà theo phương trình: $x = 4\sin(\pi t + \pi/2)$(cm). Biểu thức của vận tốc của vật là

A. $v = 4\pi\cos(\pi t + \pi/2)$. B. $v = 4\pi\cos(\pi t - \pi/2)$

C. $v = 4\pi^2\cos(\pi t + \pi/2)$. D. $v = 4\pi^2\cos(\pi t - \pi/2)$

9.18. Một dao động điều hoà theo phương trình: $x = 4\sin(\pi t + \pi/2)$ (cm). Vận tốc cực đại của vật là

A. $|v_{max}| = 12,56$ m/s. B. $|v_{max}| = 1,256$ m/s.

C. $|v_{max}| = 125,6$ m/s. D. $|v_{max}| = 1256$ m/s.

9.19. Khối lượng và bán kính của hành tinh X lớn hơn khối lượng và bán kính của Trái Đất 2 lần. Chu kì dao động của con lắc đồng hồ trên Trái Đất là 1s. Khi đưa con lắc lên hành tinh đó thì chu kì của nó sẽ là

A. $T' = \frac{1}{\sqrt{2}}$ s. B. $T' = \sqrt{2}$ s. C. $T' = \frac{1}{2}$s. D. T' = 2s.

9.20. Con lắc đơn có độ dài l = 1m khối lượng không đáng kể, hòn bi có khối lượng m = 100g treo vào đầu dưới của dây. Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng 1 góc $\alpha_m = 30^0$ rồi thả không vận tốc ban đầu. Bỏ qua mọi lực ma sát và lực cản của môi trường. Lấy g = 9,8 m/s^2. Vận tốc hòn bi khi qua vị trí cân bằng

A. v = 16,3 m/s. B. v = 0,16 m/s C. v = 163 m/s. D. v = 1,63 m/s.

Chương III

SÓNG CƠ – SÓNG ÂM

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Định nghĩa sóng cơ: là các dao động cơ học lan truyền theo thời gian trong một môi trường vật chất.

2. Các đại lượng đặc trưng của sóng

– *Vận tốc sóng* là vận tốc truyền pha dao động ($v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$), trong môi trường xác định $v = const$

– *Chu kì và tần số*:

Chu kì sóng = chu kì dao động = chu kì của nguồn sóng

Tần số sóng = tần số dao động = tần số của nguồn sóng

– *Bước sóng* λ là quãng đường sóng truyền được trong một chu kì, bằng khoảng cách giữa hai điểm gần nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động cùng pha: $\lambda = vT = v/f$

– *Biên độ sóng*: $a_{sóng} = a_{ddộng}$

– *Năng lượng sóng:* $E = E_{dd} = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$

(Nếu sóng truyền trên một đường thẳng: $E = const \Rightarrow a = const$. Nếu sóng truyền trên một mặt phẳng: $E_M \sim 1/r_M \Rightarrow a \sim 1/\sqrt{r_M}$)

3. Phương trình truyền sóng: là phương trình dao động của một phần tử vật chất khi có sóng truyền tới. Giả sử lấy điểm A làm gốc, tại A phương trình chuyển động có dạng: $u_A = a\cos\omega t$ (trong đó u_A là li độ dao động tại A). Tại điểm M trên phương truyền sóng, ở phía trước A dao động muộn hơn ở A một khoảng thời gian là $\Delta t = \frac{x}{v}$, phương trình chuyển động là:

$$u_M = a\cos(\omega t - \frac{\omega x}{v}) = a\cos\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{Tv}\right) = a\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

(trong đó $\lambda = vT = \frac{v}{f}$ gọi là bước sóng, T là chu kì, f là tần số)

* Đại lượng: $\varphi = \frac{2\pi x}{\lambda}$ gọi là pha của sóng

4. Độ lệch pha: giữa hai điểm bất kì M và N trong môi trường truyền sóng cách nguồn O lần lượt là d_M và d_N: $\Delta\varphi_{MN} = 2\pi \dfrac{d_N - d_N}{\lambda}$. Nếu M và N đều cùng nằm trên một phương truyền sóng (về một phía): $\Delta\varphi_{MN} = 2\pi \dfrac{MN}{\lambda}$

5. Giao thoa của hai sóng kết hợp

Điều kiện: để có giao thoa phải có hai sóng kết hợp và dao động cùng phương. Hai sóng kết hợp là hai sóng có cùng chu kì (tần số) và có hiệu số pha tại mỗi điểm không phụ thuộc vào thời gian. Phương trình dao động tại một điểm M cách hai nguồn kết hợp (đồng bộ) s_1 và s_2 các khoảng cách d_1 và d_2 là:

$$s = 2a\cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right)\cos2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{(d_1 + d_2)}{2\lambda}\right).$$

* Dao động tại M điều hoà, chu kì T, có độ lệch pha: $\Delta\varphi = 2\pi \dfrac{d_2 - d_1}{\lambda}$

* Biên độ dao động: $A = 2a\left|\cos\left(\dfrac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right)\right|$,

+ Nếu $\delta = d_2 - d_1 = k\lambda$ thì biên độ dao động đạt cực đại,

+ Nếu $\delta = d_2 - d_1 = (k + \dfrac{1}{2})\lambda$ biên độ bằng 0 (triệt tiêu)

* Pha của dao động tại M:

$$\varphi = \frac{1}{2}(\varphi_1 + \varphi_2) \text{ (nửa tổng độ trễ pha của } s_1 \text{ và } s_2\text{)}$$

* Số *cực đại* giao thoa N (hay số bụng sóng trong khoảng cách giữa hai nguồn O_1 và O_2 là: $n_{max} \le \dfrac{S_1S_2}{\lambda} \Rightarrow N = 2n_{max} + 1$

* Số *cực tiểu* giao thoa N' hay số nút sóng có trong khoảng cách giữa hai nguồn O_1 và O_2 là: $N' = 2n_{max}$

6. Sóng dừng: là sóng có những điểm nút và bụng cố định trong không gian, nó là kết quả của sự giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ trên cùng một phương. Hay nói cách khác, sóng dừng là kết quả của sự giao thoa hai sóng kết hợp truyền ngược chiều nhau trên cùng một phương truyền sóng.

* Khoảng cách giữa hai nút hay 2 bụng sóng bất kì:

$d_{BB} = d_{NN} = k\lambda/2$ (k là các số nguyên)

⇒ Điều kiện sóng dừng khi hai đầu cố định (nút) hay 2 đầu tự do (bụng)

$l = k\lambda/2$ (k là số bó sóng)

* Khoảng cách giữa 1 nút sóng và 1 bụng sóng bất kì:

$d_{NB} = (2k + 1)\lambda/4$ (k là số nguyên)

⇒ Điều kiện để sóng dừng khi 1 đầu cố định (nút sóng) và một đầu tự do (bụng sóng) $l = (2k + 1)\lambda/4$ (k là số bó sóng)

7. Sóng âm: là sóng cơ học có tần số trong khoảng $16Hz \leq f \leq 2.10^4$ Hz

– Cường độ âm I là năng lượng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm trong một đơn vị thời gian.

$$I = \frac{P}{S}$$ (đơn vị W/m^2) và P là công suất âm

– Mức cường độ âm L: $L\ (B) = lg\frac{I}{I_0} \Rightarrow L\ (dB) = 10lg\frac{I}{I_0}$

($I_0 = 10^{-12}W/m^2$ là cường độ âm chuẩn)

II. PHÂN LOẠI BÀI TẬP

Chủ đề 10 SÓNG CƠ – PHƯƠNG TRÌNH SÓNG CƠ

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Các đại lượng đặc trưng của sóng bao gồm: vận tốc truyền sóng, bước sóng, chu kì, tần số và độ lệch pha giữa hai điểm trên phương truyền sóng...

Các công thức xác định các đại lượng này:

a. Liên hệ giữa vận tốc truyền sóng, bước sóng, chu kì, tần số.

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

b. Độ lệch pha giữa hai điểm trên phương truyền sóng.

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$$ (với $d = |d_2 - d_1|$)

+ $\Delta\varphi = 2k\pi$: Hai điểm dao động cùng pha

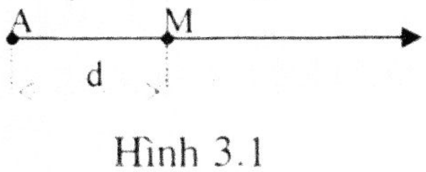
+ $\Delta\varphi = (2k + 1)\pi$: Hai điểm dao động ngược pha

c. Bài toán lập phương trình sóng.

Phương trình dao động tại A: $u = a\cos\omega t$

⇒ tại M cách A một đoạn bằng d_1 (hình 3.1) có phương trình sóng:

$$u_M = a\cos(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}).$$



Hình 3.1

+ Xác định biên độ cực đại của sóng:

$$a_{\text{sóng}} = a_{\text{dđộng}}$$

+ Xác định tần số dao động ω: $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$;

+ Xác định pha dao động φ: $\varphi = \frac{2\pi x}{\lambda}$

d. Các bước giải bài toán:

+ Phân tích các dữ kiện đã cho và yêu cầu bài toán để chọn công thức thích hợp

+ Viết phương trình sóng tổng quát

+ Áp dụng công thức định nghĩa hoặc các công thức liên hệ để xác định các đại lượng trong phương trình tổng quát hoặc các đại lượng theo yêu cầu của bài toán.

+ Giải, xác định các đại lượng theo yêu cầu đề ra.

+ Biện luận và trả lời.

Lưu ý: *Phương trình dao động hoặc phương trình sóng đều có thể mô tả dạng hình sin hoặc cosin, vì vậy khi giải toán ta có thể chọn cách mô tả nào tuỳ ý sao cho bài toán đơn giản nhất là được.*

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 10.1.

Đầu A của một dây cao su căng thẳng nằm ngang dài hơn 20m được nối với một bản rung có tần số f = 0,5Hz.

a. Lúc t = 0, A bắt đầu chuyển động từ vị trí cân bằng theo chiều dương của trục toạ độ và có biên độ 5cm. Lập biểu thức sóng (phương trình dao động) của điểm A.

b. Biết rằng sau 2s sóng truyền được 10m, lập phương trình dao động của các điểm trên dây cách A: 2,5cm, 5cm và 10cm.

Bài giải

Cho: $l = 20$m; f = 0,5Hz; A = 5cm

t = 2s; s = 10m;

Xác định phương trình ?

Phân tích: Đây là loại bài toán về đặc trưng của sóng và lập phương trình sóng (phương trình dao động tại các điểm trên phương truyền sóng). Cần chú ý rằng phương trình truyền sóng là hàm tuần hoàn theo biến số t và theo biến số d (theo thời gian và không gian). Do đó ta có thể xác định dạng của sóng truyền ở một thời điểm nhất định (đó chính là dạng của sợi dây đàn hồi khi có sóng truyền qua ở thời điểm xác định).

Bằng cách vẽ hàm u theo biến số d; hàm này có chu kì là λ, do đó chỉ cần xác định giá trị của u_A tại đầu A của sợi dây. Với thời gian sóng truyền từ đầu A của sợi dây đến đầu kia, do đó các phần tiếp theo của dây sẽ dao động khi sóng truyền tới (vì vậy mà ở những thời điểm ứng với t còn nhỏ, có những phần của dây còn nằm yên chưa dao động)

Giải

a. Phương trình dao động của A có dạng: $u_A = u_0 \sin(2\pi ft + \varphi)$

với $u_0 = 5cm$; $f = 0,5Hz$; và theo đề bài, lúc $t = 0$, $u_A = 0 = 5.\sin\varphi$,

$$v = u_A' = 2\pi f u_0 \cos\varphi > 0 \Rightarrow \varphi = 0.$$

Vậy: $u_A = 5\sin\pi t$ (cm).

b. Vận tốc truyền sóng: $v = \dfrac{10}{2} = 5$ m/s. Bước sóng $\lambda = \dfrac{v}{f} = 10m$.

Phương trình dao động của điểm M trên dây cách A một khoảng d(m) là:

$$u_M = 5\sin(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda}) = 5\sin(\pi t - \frac{\pi d}{5})$$

Với điểm M cách A $d_1 = 2,5m$: $u_1 = 5\sin(\pi t - \dfrac{\pi}{2})$ (cm)

M_1 dao động chậm trễ pha so với A góc $\dfrac{\pi}{2}$

Với điểm M_2 cách A $d_2 = 5m$: $u_2 = 5\sin(\pi t - \pi) = -5\sin\pi t$ (cm)

M_2 dao động ngược pha so với A.

Với điểm M_3 cách A $d_3 = 10m$: $u_2 = 5\sin(\pi t - 2\pi) = 5\sin\pi t$ (cm)

M_3 dao động cùng pha với A.

Lúc $t_1 = 1s$ sóng truyền đến điểm B cách A một khoảng:

$$AB = vt_1 = 5m = \frac{\lambda}{2}$$

tại A ta có: $u_A = 5\sin\pi t_1 = 0$ và tại B: $u_B = 5\sin(\pi t_1 - \pi) = 0$.

Lúc $t_2 = 3,5s$ sóng truyền tới điểm C cách A một đoạn:

$$AC = vt_2 = 17,5m = \lambda + 3\frac{\lambda}{4}.$$

Khi đó tại A ta có: $u_A = 5\sin\pi t_2 = 5\sin(3,5\pi) = -5cm$.

và tại C: $u_c = 5\sin(\pi t_2 - \dfrac{17,5}{5}\pi) = 0$.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

10.2. Trên một sợi dây đàn hồi căng ngang có sóng dừng, M là một bụng sóng còn N là một nút sóng. Biết rằng trong khoảng MN có 3 bụng sóng. Cho MN = 63cm, tần số của sóng f = 20 (Hz). Hãy xác định:

a. Bước sóng trên dây đàn hồi đó.

b. Vận tốc truyền sóng trên dây đàn hồi.

Đáp số: a. $\lambda = 36cm$. b. $v = 7,2$ (m/s)

10.3. Hai nguồn sóng A và B cách nhau một khoảng $l = 50$mm dao động trên mặt thoáng của một chất lỏng theo cùng một phương trình:

$$x = 5\cos(100\pi t - \pi/2)\ (\text{mm}).$$

Xét về một phía đường trung trực của AB, ta thấy gợn sóng bậc k đi qua điểm M có hiệu số MA − MB = 15mm và điểm M' có hiệu số M'A − M'B = 35mm. Hãy xác định:

a. Bước sóng λ và vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng.

b. Gợn sóng bậc k là cực đại (lồi) hay cực tiểu (đứng yên)?

c. Xác định khoảng cách tới nguồn A của điểm dao động ngược pha gần nhất với nguồn dao động nằm trên đường trung trực của AB.

Đáp số: a. $\lambda = 10$mm và $v = 50$cm/s

b. $k = 1{,}5$ (tại M có cực tiểu giao thoa)

c. $d_{min} = 35$cm

10.4. Một dây đàn hồi rất dài nằm ngang có điểm đầu A buộc vào một điểm dao động với biên độ 4cm và chu kì T = 2s. Phương dao động vuông góc với sợi dây, vận tốc truyền sóng biến dạng dọc theo sợi dây là 4m/s.

a. Lập phương trình dao động của điểm A (theo hàm sin)

b. Lập phương trình dao động của các điểm trên dây cách A những đoạn 2/3m; 2m; 4m.

c. Xác định độ dài bước sóng trên dây.

d. Xác định quãng đường sóng truyền được trong 2s.

Đáp số: a. $u_A = A\sin 2\pi t/T = 4\sin\pi t$ (cm)

b. $u_1 = 4\sin(\pi t - 2\pi.2/3.4.2) = 4\sin(\pi t - \pi/6)$ (cm)

$u_2 = 4\sin(\pi t - 2\pi.2/2.4) = 4\sin(\pi t - \pi/2)$ (cm)

$u_3 = 4\sin(\pi t - 2\pi.4/2.4) = 4\sin(\pi t - \pi)$ (cm)

c. $\lambda = 8$m; d. $s = 8$m

10.5. Trên bề mặt của một chất lỏng có hai nguồn phát sóng O_1 và O_2 thực hiện các dao động điều hoà cùng tần số f, cùng biên độ a và cùng pha ban đầu bằng 0, theo phương vuông góc với chất lỏng. Coi biên độ của các nguồn O_1 và O_2 gửi tới một điểm bất kì trên mặt chất lỏng đều bằng biên độ dao động a của nguồn.

a. Xác định phương trình dao động tại một điểm M bất kì trên mặt chất lỏng lần lượt cách O_1 và O_2 những đoạn d_1 và d_2.

b. Các điểm có biên độ cực đại và điểm có biên độ bằng 0.

c. Biết $d_1 = 2{,}45$cm. $d_2 = 2{,}61$cm và biên độ dao động tại hai nguồn O_1,O_2 là a = 2mm, $\lambda = 0{,}24$cm. Xác định biên độ, pha ban đầu tại điểm M_2.

Đáp số: a. $u_M = 2a\cos\dfrac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\sin\left[\omega t - \pi\dfrac{(d_1 + d_2)}{\lambda}\right]$

b. x_{max} khi $(d_2 - d_1) = k\lambda$ và x_{min} khi $d_2 - d_1 = (2k + 1)\lambda/2$

c. $A' = 2(mm)$. $\varphi = -21\pi$

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

10.6. Sóng cơ học là

A. những dao động cơ học lan truyền theo thời gian trong môi trường vật chất.

B. sự lan truyền một năng lượng xác định trong không gian chứ không phải trong môi trường vật chất.

C. sự lan truyền một lượng vật chất xác định trong không gian.

D. sự lan truyền dao động trên bề mặt môi trường.

10.7. Vận tốc sóng trên một sợi dây căng thẳng phụ thuộc vào

A. Sức căng của dây.
B. Biên độ sóng.
C. Bước sóng.
D. Gia tốc trọng trường.

10.8. Khi làm tăng tần số của sóng thì đã

A. Làm vận tốc giảm xuống.
B. Làm bước sóng ngắn lại.
C. làm biên độ lớn ra.
D. Làm chu kì dài thêm

10.9. Trong các đại lượng đặc trưng cho sóng sau đây: Biên độ, vận tốc, bước sóng, tần số, có một đại lượng độc lập với các đại lượng khác đó là.

A. Biên độ.
B. Vận tốc.
C. Bước sóng.
D. Tần số

10.10. Trong sóng ngang, mỗi phần tử của môi trường

A. Chuyển động tròn.

B. Chuyển động elip.

C. Chuyển động theo phương truyền của sóng.

D. Chuyển động dao động vuông góc với phương truyền của sóng.

10.11. Sóng ngang truyền được trong các môi trường

A. rắn.
B. khí.
C. mặt thoáng chất lỏng.
D. chân không.

10.12. Sóng dọc truyền được trong các môi trường

A. rắn.
B. bề mặt vật chất.
C. mặt thoáng chất lỏng.
D. chân không.

10.13. Sóng truyền từ M đến N dọc theo phương truyền sóng với bước sóng $\lambda = 120cm$. Biết rằng sóng tại N trễ pha hơn sóng tại M là $\pi/3$. Khoảng cách $d = MN$ sẽ là

A. $d = 15$ cm.
B. $d = 24cm$.
C. $d = 30cm$.
D. $d = 20$ cm.

10.14. Phương trình truyền sóng trong môi trường từ nguồn O đến điểm M cách nguồn d(m) là $u = 5\sin(6\pi t - \pi d)$. Vận tốc truyền sóng v trong môi trường này có thể là

A. v = 4m/s. B. v = 6m/s.
C. v = 5m/s. D. v = 8m/s.

10.15. Dùng búa gõ mạnh xuống đường ray xe lửa. Cách đó 1km một người quan sát ghé tai xuống đường ray nghe thấy tiếng gõ truyền theo đường ray và 2,8 giây sau mới nghe thấy tiếng gõ truyền trong không khí. Biết vận tốc trong không khí là 335m/s. Vận tốc âm trong thép đường ray là

A. v = 5512m/s. B. v = 5465m/s.
C. v = 5403m/s. D. v = 5380 m/s.

10.16. Một sóng cơ lan truyền trên phương truyền sóng với vận tốc 40cm/s. Phương trình sóng của một điểm O trên phương truyền sóng đó là $u_0 = 2\sin 2\pi t$ (cm). Phương trình sóng tại điểm M trước và cách O 10cm là

A. $u_M = 2\sin(2\pi t - \frac{\pi}{2})$. B. $u_M = 2\sin(2\pi t + \frac{\pi}{2})$.

C. $u_M = 2\sin(2\pi t + \frac{\pi}{4})$. C. $u_M = 2\sin(2\pi t - \frac{\pi}{4})$.

10.17. Một sóng cơ học lan truyền trên một phương truyền sóng với vận tốc 1m/s. Phương trình sóng của một điểm O trên phương truyền sóng đó là $u_0 = 3\sin\pi t$(cm). Phương trình sóng tại điểm M sau O và cách O 25cm là:

A. $u_M = 3\sin(\pi t - \frac{\pi}{2})$. B. $u_M = 3\sin(\pi t + \frac{\pi}{2})$.

C. $u_M = 3\sin(\pi t - \frac{\pi}{4})$. C. $u_M = 3\sin(\pi t + \frac{\pi}{4})$.

10.18. Một sóng cơ học lan truyền dọc theo một đường thẳng có phương truyền sóng tại nguồn O là: $u_0 = A\sin\frac{2\pi}{T}t$ (cm). Một điểm M cách nguồn O bằng 1/3 bước sóng ở thời điểm t = 1/2 chu kì có độ dịch chuyển $u_M = 2$cm. Biên độ sóng là

A. a = 2cm. B. $a = \frac{4}{\sqrt{3}}$ cm. C. a = 4cm. D. $a = 2\sqrt{3}$ cm.

10.19. Một sóng cơ học lan truyền trong một môi trường vật chất, tại một điểm cách nguồn x(m) có phương trình: $u = 4\sin(\frac{\pi}{3}t - \frac{2\pi}{3}x)$ (m). Vận tốc truyền sóng trong môi trường đó là

A. v = 2,0 m/s. B. v = 1,0 m/s. C. v = 5,0m/s. D. v = 0,5 m/s.

10.20. Một sóng cơ học phát ra từ một nguồn O lan truyền trên mặt nước với vận tốc v = 2m/s. Người ta thấy hai điểm M, N gần nhau nhất trên mặt nước nằm trên cùng đường thẳng qua O và cách nhau 40cm luôn dao động ngược pha nhau. Tần số sóng đó là

A. f = 0,4 Hz.		B. f = 1,5 Hz.
C. f = 2 Hz.		D. f = 2,5 Hz.

Chủ đề 11 SỰ GIAO THOA CỦA SÓNG

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Thực chất bài toán về giao thoa của sóng cơ là bài toán tổng hợp hai dao động cùng biên độ, cùng phương và cùng tần số góc. Vì vậy ta có thể tiến hành các bước giải nhanh như sau:

+ Căn cứ vào dao động của hai nguồn: $u_1 = u_2 = a\sin(\omega t)$ hoặc $u_1 = u_2 = a\cos(\omega t)$ để viết phương trình dao dộng ở điểm do hai sóng truyền tới theo dạng tổng quát dạng:

$$u_M = a\cos(\omega t - \frac{\omega x}{v}) = a\cos\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{Tv}\right) = a\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

($\lambda = vT = \frac{v}{f}$ là bước sóng, T là chu kì, f là tần số, $\varphi = \frac{2\pi x}{\lambda}$ là pha của sóng)

+ Lập phương trình dao động tổng hợp bằng cách:

– Hoặc cộng hai li độ của hai dao động thành phần sau đó dùng các phép biến đổi lượng giác để tính.

– Hoặc dùng giản đồ véctơ, sau đó dùng hình học để tính.

* Phương trình dao động tại một điểm M cách hai nguồn kết hợp (đồng bộ) s_1 và s_2 các khoảng cách d_1 và d_2 là:

$$s = 2a\cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right)\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{(d_1 + d_2)}{2\lambda}\right).$$

– Độ lệch pha: $\Delta\varphi = 2\pi\frac{d_2 - d_1}{\lambda}$

– Biên độ dao động: $A = 2a\left|\cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right)\right|$,

+ Nếu $\delta = d_2 - d_1 = k\lambda$ thì biên độ dao động đạt cực đại.

+ Nếu $\delta = d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda$ biên độ bằng 0 (triệt tiêu)

– Pha dao động tại M: $\varphi = \frac{1}{2}(\varphi_1 + \varphi_2)$ (nửa tổng độ trễ pha s_1 và s_2)

- Số *cực đại* giao thoa N (hay số bụng sóng trong khoảng cách giữa hai nguồn O_1 và O_2 là: $n_{max} \leq \frac{S_1S_2}{\lambda} \Rightarrow N = 2n_{max} + 1$
- Số *cực tiểu* giao thoa N` hay số nút sóng có trong khoảng cách giữa hai nguồn O_1 và O_2 là: $N' = 2n_{max}$

Lưu ý: Điều kiện để có giao thoa phải có hai sóng kết hợp và dao động cùng phương. Hai sóng kết hợp là hai sóng có cùng chu kì (tần số) và có hiệu số pha tại mỗi điểm không phụ thuộc vào thời gian.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 11.1

Gắn một nhánh âm thoa của một khung dây dẫn hình chữ U có hai đầu S_1 và S_2 cách nhau 2cm và chạm nhẹ vào mặt nước. Cho nhánh âm thoa dao động theo phương thẳng đứng với biên độ a = 2mm và với tần số f = 100Hz. Sóng truyền đi có vận tốc v = 60cm/s.

a. Hãy mô tả trạng thái của mặt nước.

b. Lập phương trình dao động của điểm M nằm trên mặt nước cách S_1 một khoảng d_1 và cách S_2 một khoảng d_2. Xét trường hợp cụ thể $d_1 = 2,4cm$ và $d_2 = 1,2cm$.

c. Xác định số điểm đứng yên trên đoạn S_1S_2 ở mọi thời điểm và tìm khoảng cách từ các điểm này đến trung điểm O của S_1S_2.

Bài giải

Cho: $S_1S_2 = 2m$; $a = 2mm$; $f = 100Hz$
$v = 60cm/s$; $d_1 = 2,4cm$. $d_2 = 1,2cm$

Xác định: a. Trạng thái; b. lập PT;
c. Các điểm đứng yên và OS_2

Phân tích: Đây là bài toán về sự giao thoa sóng. Phương trình dao động tổng hợp tại một điểm M cách 2 nguồn kết hợp tương ứng là d_1 và d_2 có dạng:

$$u_M = 2A.\cos\left[\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda}\right]\sin\left[\omega t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}\right]$$

Biên độ dao động tổng hợp tại M là $A = 2a\cos\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda}$. Từ đó suy ra điều kiện để có vân giao thoa cực đại $d_1 - d_2 = k\lambda$, và vân giao thoa cực tiểu: $d_1 - d_2 = (2k + 1)\lambda/2$.

Các điểm thoả mãn điều kiện trên nằm trên các đường hypebol có tiêu điểm là S_1S_2 (hai nguồn kết hợp), do đó các vân giao thoa có dạng hypebol.

Khoảng cách giữa hai vân giao thoa cực đại và một vân giao thoa cực tiểu cạnh nhau trên đoạn S_1S_2 là $\frac{\lambda}{2}$. Khoảng cách giữa một vân giao thoa cực đại và một vân giao thoa cực tiểu nằm cạnh nó trên đoạn S_1S_2 là $\frac{\lambda}{4}$.

Để tính số vân giao thoa (số điểm dao động mạnh nhất và số điểm đứng yên) trên đoạn S_1S_2 cần chú ý rằng trung điểm O trên đoạn S_1S_2 nằm trên vân giao thoa cực đại, sau đó dựa vào các khoảng cách trên (xét cả hai phía đối với điểm O) ta xác định các vị trí các vân đó ở hai bên điểm O. Cần chú ý đến đơn vị đo d và λ (yêu cầu là chúng được tính theo cùng một đơn vị đo không nhất thiết phải tính ra mét).

Giải

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = 6mm$.

a. Hai nguồn S_1 và S_2 là hai nguồn kết hợp. Hai sóng kết hợp từ hai nguồn truyền đi với bước sóng λ, gặp nhau chồng chất lên nhau và tạo ra hiện tượng giao thoa. Kết quả là trên mặt nước xuất hiện một nhóm những đường cong tại đó biên độ dao động cực đại (vân giao thoa cực đại, có dạng gợn lồi) và xen kẽ giữa chúng là một nhóm những đường cong khác tại đó mặt nước không dao động (vân giao thoa cực tiểu có dạng gợn lõm) Các đường cong đó là các đường hypebol.

b. Phương trình dao động tại S_1 và S_2:

$u_1 = a\cos\omega t = 0,2\cos(200\pi t)$ (cm).

$u_2 = a\cos\omega t = 0,2\cos(200\pi t)$ (cm).

Phương trình dao động tại M do sóng truyền từ S_1 và S_2 tới gây ra:

$$u_{1M} = a_{1M}\cos 200\pi(t - \frac{d_1}{v}).$$

$$u_{2M} = a_{2M}\cos 200\pi(t - \frac{d_2}{v}).$$

Coi rằng $a_{1M} = a_{2M} = a = 0,2$cm. Phương trình dao động tổng hợp tại M là:

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2a\cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda})\cos 2\pi\,(f.t - \frac{d_1 + d_2}{2\lambda})$$

$$\Rightarrow u_M = 0,4\cos(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{0,6})\cos\pi\,(200t - \frac{d_1 + d_2}{1,2})\ (cm)$$

$\Rightarrow u_M = A\cos\pi\,(200t - \frac{d_1 + d_2}{1,2})$ Với $A = 0,4\cos(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{0,6})$ (cm) là biên độ dao động của điểm M. Với $d_1 = 2,4$cm, $d_2 = 1,2$cm, ta có

$A = 0,4\cos(-2\pi) = 0,4\cos\pi = -0,4$cm. Tại điểm M có vân giao thoa cực đại.

c. Vị trí các vân giao thoa cực đại xác định bởi:

$$d_1 - d_2 = k\lambda\ (k = 0, \pm1; \pm2....)$$

Vị trí các vân giao thoa cực tiểu (các điểm đứng yên) xác định bởi:

$$d_1 - d_2 = (2k + 1)\lambda/2\ (k = 0, \pm1; \pm2....)$$

Như vậy trên đoạn S_1S_2, trung điểm O nằm trên vân giao thoa cực đại, còn các điểm đứng yên (vân giao thoa cực tiểu) cách nhau một khoảng bằng $\frac{\lambda}{2}$ = 3mm; và khoảng cách giữa một điểm đứng yên với một điểm của vân giao thoa cực đại nằm cạnh nó bằng $\frac{\lambda}{4}$ = 1,5mm. Do đó khoảng cách từ các điểm đứng yên trên đoạn S_1S_2 đến trung điểm O của S_1S_2 lần lượt bằng: ±1,5mm; ±4,5mm, ±7,5mm (chú ý rằng $OS_1 = OS_2$ = 1cm = 10mm). Như vậy có tất cả 6 điểm đứng yên trên S_1S_2.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

11.2. Trong thí nghiệm về giao thoa sóng trên mặt chất lỏng, hai nguồn kết hợp S_1S_2 cách nhau 10cm, dao động với bước sóng λ = 2cm. Xác định:

a. Số điểm dao động cực đại và vị trí các điểm cực đại trên đoạn S_1S_2.

b. Số điểm dao động cực tiểu quan sát được trên mặt chất lỏng.

Đáp số: a. 9 giá trị: k = 0; k = ±1; k = ±2; k = ±3; k = ±4

d_1 = 5, 6, 7, 2, 1 (cm)

b. 10 giá trị: k = 0; k = ±1; k = ±2; k = ±3; k = ±4, k =–5

11.3. Hai viên bi nhỏ ở cách nhau 16cm dao động điều hòa với tần số f = 15Hz theo phương thẳng đứng cùng liên tiếp đập vào mặt nước và cùng xuống tới độ sâu 2,0cm tại hai điểm A và B. Vận tốc truyền sóng ở mặt nước là v = 0,30m/s. Xác định biên độ dao động của nước ở các điểm M, N, P nằm trên đường AB với AM = 4cm, AN = 8cm và AP = 12,5cm.

Đáp số: C. A_M = 4,0cm.

A_N = 4,0cm. A_P = 0cm.

11.4. Trong hiện tượng giao thoa sóng trên mặt chất lỏng, với hai nguồn O_1 và O_2 có cùng phương trình dao động $u_0 = 2\sin\pi t$(cm), đặt cách nhau O_1O_2 = 15cm. Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là v = 60cm/s. Hãy xác định số điểm trên O_1O_2 có dao động cực đại.

Đáp số: N = 5

11.5. Tại một điểm M cách các nguồn dao động d_1 = 23cm và d_2 = 26,2cm, sóng có biên độ cực đại. Biết rằng giữa M và đường trung trực của O_1O_2 còn một đường dao động mạnh. Tính vận tốc truyền sóng trên mặt nước.

Đáp số: v = 24cm/s.

11.6. Hai mũi nhọn S_1, S_2 cách nhau 8cm, cùng gắn vào đầu một cần rung có tần số f = 100Hz, được đặt cho chạm nhẹ vào mặt một chất lỏng. Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là v = 0,8m/s. Gõ nhẹ cần rung, thì hai điểm S_1, S_2 dao động theo phương thẳng đứng với phương trình dạng: $s = a\cos 2\pi ft$. Lập phương trình dao động của điểm M trên mặt chất lỏng cách đều S_1, S_2 một khoảng d = 8cm.

Đáp số: $s_M = 2a\cos(200\pi t - 20\pi)$

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

11.7. Để hai sóng giao thoa được với nhau thì chúng phải có

A. cùng tần số, cùng biên độ và cùng pha.

B. cùng tần số, cùng biên độ, hiệu số pha không đổi theo thời gian

C. cùng tần số và cùng pha.

D. cùng tần số và hiệu số pha không đổi theo thời gian.

11.8. Để hai sóng kết hợp giao thoa triệt tiêu nhau thì chúng phải có

A. cùng biên độ, hiệu lộ trình bằng số nguyên lần nửa bước sóng.

B. cùng biên độ, hiệu lộ trình bằng một số lẻ lần nửa bước sóng.

C. hiệu lộ trình bằng một số nguyên lần bước sóng.

D. hiệu lộ trình bằng một số nửa nguyên lần nửa bước sóng.

11.9. Hai nguồn dao động được gọi là nguồn kết hợp, khi chúng dao động

A. cùng biên độ và cùng tần số.

B. cùng tần số và ngược pha.

C. cùng biên độ nhưng khác tần số.

D. cùng tần số và cùng pha.

11.10. Thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt chất lỏng với hai nguồn sóng kết hợp S_1 và S_2. Gọi λ là bước sóng, d_1 và d_2 lần lượt là khoảng cách từ điểm M đến các nguồn S_1 và S_2. Điểm M đứng yên khi

A. $|d_1 + d_2| = (2k + 1)\dfrac{\lambda}{2}$ (k = 0, 1, 2,...)

B. $|d_1 - d_2| = (2k + 1)\dfrac{\lambda}{2}$ (k = 0, 1, 2,...)

C. $|d_1 - d_2| = k\lambda$ (k = 0, 1, 2,...)

D. $|d_1 + d_2| = k\lambda$ (k = 0, 1, 2,...)

11.11. Thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt chất lỏng với hai nguồn sóng kết hợp S_1 và S_2. Gọi λ là bước sóng, d_1 và d_2 lần lượt là khoảng cách từ điểm M đến các nguồn S_1 và S_2. Điểm M dao động cực đại khi

A. $|d_1 + d_2| = k\dfrac{\lambda}{2}$ (k = 0, 1, 2,...)

B. $|d_1 - d_2| = (2k + 1)\dfrac{\lambda}{2}$ (k = 0, 1, 2,...)

C. $|d_1 - d_2| = k\lambda$ (k = 0, 1, 2,...)

D. $|d_1 + d_2| = k\lambda$ (k = 0, 1, 2,...)

11.12. Khi xảy ra hiện tượng giao thoa sóng nước với hai nguồn kết hợp S_1 và S_2, những điểm nằm trên đường trung trực sẽ

A. dao động với biên độ bé nhất.

B. dao động với biên độ có giá trị trung bình.

C. dao động với biên độ lớn nhất.

D. đứng yên, không dao động.

11.13. Để hai sóng phát từ hai nguồn đồng bộ, khi gặp nhau tại một điểm trong một môi trường có tác dụng tăng cường nhau thì hiệu quang trình của chúng phải bằng

A. một số nguyên lần bước sóng.

B. một số nguyên lần nửa bước sóng.

C. một số chẵn lần bước sóng.

D. một số lẻ lần bước sóng.

11.14. Tại một điểm M cách các nguồn sóng $d_1 = 23$cm và $d_2 = 26{,}2$cm, sóng có biên độ cực đại. Biết rằng giữa M và đường trung trực của O_1O_2 còn có một đường dao động mạnh. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là

A. v = 25cm/s. B. v = 24cm/s.

C. v = 18 cm/s. D. v = 21,5cm/s.

11.15. Trong thí nghiệm về giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A, B dao động với tần số f = 13Hz. Tại một điểm M cách nguồn A, B những khoảng $d_1 = 19$cm và $d_2 = 21$cm, sóng có biên độ cực đại, giữa M và đường trung trực của AB không có cực đại nào khác. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước có độ lớn là

A. v = 46 cm/s. B. v = 26 cm/s. C. v = 28 cm/s. D. v = 36cm/s.

11.16. Hai mũi nhọn S_1, S_2 cách nhau 8cm, gắn ở đầu một cần rung có tần số f = 100Hz được đặt cho chạm nhẹ vào mặt một chất lỏng. Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là v = 0,8m/s. Gõ nhẹ cần rung, thì hai điểm S_1, S_2 dao động theo phương thẳng đứng với phương trình dạng: $s = a\cos 2\pi ft$. Phương trình dao động của điểm M trên mặt chất lỏng cách đều S_1, S_2 một khoảng d = 8cm có dạng

A. $s_M = 2a\cos(200\pi t - 20\pi)$. B. $s_M = a\cos(200\pi t)$.

C. $s_M = 2a\cos(200\pi t)$. D. $s_M = a\cos(200\pi t + 20\pi)$.

11.17. Một người làm thí nghiệm với một chất lỏng và một cần rung có tần số 20Hz. Giữa hai điểm S_1, S_2 người đó đếm được 12 hypebol (quỹ tích của các điểm đứng yên). Khoảng cách giữa đỉnh của hai hypebol ngoài cùng là 22cm. Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng sẽ là

A. v = 70cm/s. B. v = 80cm/s.

C. v = 7cm/s. D. v = 8cm/s.

11.18. Hiện tượng giao thoa và nhiễu xạ là hai hiện tượng đặc trưng cho

A. quá trình sóng. B. quá trình tán sắc

C. quá trình tương tác dao động. D. quá trình tán xạ.

Chủ đề 12 SỰ PHẢN XẠ SÓNG – SÓNG DỪNG

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Hiện tượng sóng dừng cũng là hiện tượng giao thoa sóng trong trường hợp sóng tới và sóng phản xạ là hai sóng kết hợp truyền trên cùng phương gặp nhau. Sóng dừng tạo nên những điểm nút và bụng cố định trong không gian. Nếu hai đầu phản xạ là cố định thì tại đó xuất hiện nút, nếu hai đầu phản xạ tự do thì tại đó xuất hiện bụng.

+ Khoảng cách giữa hai nút hay 2 bụng sóng bất kì:

$d_{BB} = d_{NN} = k\lambda/2$ (k là các số nguyên)

$l = k\lambda/2$ (k là số bó sóng)

+ Khoảng cách giữa 1 nút sóng và 1 bụng sóng bất kì:

$d_{NB} = (2k + 1)\lambda/4$ (k là số nguyên)

$l = (2k + 1)\lambda/4$ (k là số bó sóng)

Các bước giải toán như sau:

1. Chọn toạ độ x cho điểm M có gốc tại nguồn phát sóng hoặc nơi phản xạ để viết phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại M trên cùng một phương truyền sóng (phương trình sóng tới M; sóng tới nơi phản xạ; sóng phản xạ tại gốc phản xạ và phương trình sóng phản xạ tại M)
2. Biến đổi lượng giác để xây dựng phương trình sóng tổng hợp
3. Dùng phương trình biên độ để xác định toạ độ các bụng, nút, biên độ sóng của điểm theo yêu cầu bài toán.
4. Áp dụng công thức, tính các đại lượng theo yêu cầu bài toán.
5. Chọn và trả lời đáp án

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 12.1

Một sợi dây AB dài 2m căng ngang, đầu B cố định, đầu A dao động theo phương thẳng đứng với tần số 50Hz và với biên độ 2cm. Trên sợi dây hình thành 10 bó sóng mà hai đầu A và B là hai nút.

a. Tính bước sóng và vận tốc truyền sóng trên sợi dây.

b. Tìm vận tốc cực đại của dao động

c. Tìm khoảng cách từ các điểm có biên độ 2cm đến đầu A. Tìm công thức xác định vị trí các bụng sóng và tìm bề rộng các bụng sóng.

Bài giải

Cho: AB = 2m; f = 50 Hz;
a = 2cm. OA = 2cm

Xác định: $\lambda = ?$; $v = ?$; $v_{max} = ?$; $x = ?$

Phân tích:

Đây là loại bài toán về phản xạ sóng và sóng dừng. Nếu đề bài đòi hỏi phải lập phương trình dao động tổng hợp tại một điểm M bất kì thì lập luận và tính toán theo các bước trong phần lí thuyết. Thông thường chỉ xét các đặc trưng của sóng và vị trí các nút bụng; khi đó chỉ cần vận dụng các điều kiện và công thức đã có về hiện tượng này. Lưu ý: trong quá trình giải cần thống nhất việc sử dụng đơn vị đo chiều dài khi tính toán bằng số.

Giải

a. Mỗi bó sóng dài $\frac{\lambda}{2}$ (có kích thước là khoảng cách hai nút) do đó ta có:

$$10.\frac{\lambda}{2} = AB \Rightarrow \lambda = 0{,}4m = 40cm.$$

Vận tốc truyền sóng: $v = \lambda f = 20m/s$.

b. Vận tốc cực đại của dao động:

$v_{max} = \omega A$; với A = 2cm. $\omega = 2\pi f = 100\pi$ rad/s $\Rightarrow v_{max} = 6{,}28$ m/s.

c. Phương trình dao động của A: $u_A = a\sin\omega t$

Gọi x là khoảng cách từ M tới A, phương trình sóng tới M:

$$u_{M(tới)} = a\sin\omega(t - \frac{x}{v}).$$

Phương trình sóng tới B: $u_{B(tới)} = a\sin\omega(t - \frac{l}{v})$.

Phương trình sóng phản xạ tại B: $u_{B(phản\ xạ)} = -a\sin\omega(t - \frac{l}{v})$.

Phương trình sóng phản xạ tại B tới M: $u_{M(\text{phản xạ})} = -a\cos2\pi(\frac{t}{T} - \frac{l}{\lambda} - \frac{(l-x)}{\pi})$.

Phương trình dao động tổng hợp tại M:

$$u_M = u_{M(\text{tới}} + u_{M(\text{phản xạ})} = \left|2a\cos(2\pi\frac{l-x}{\lambda} + \frac{\pi}{2})\right|.\cos2\pi(\frac{t}{T} + \frac{l+\frac{\lambda}{4}}{\lambda}).$$

Biên độ của dao động tổng hợp là:

$$A = \left|2a\cos(2\pi\frac{l-x}{\lambda} + \frac{\pi}{2})\right| = 4\cos(\frac{\pi(l-x)}{20} + \frac{\pi}{2})\ (\text{cm}) \qquad (1)$$

Toạ độ của những điểm có biên độ bằng 2cm thoả mãn điều kiện:

$$2 = 4\cos(\frac{\pi(l-x)}{20} + \frac{\pi}{2})\ (\text{cm})$$

$$\Rightarrow \cos(\frac{\pi(l-x)}{20} + \frac{\pi}{2}) = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow (\frac{\pi(l-x)}{20} + \frac{\pi}{2}) = \pi/3 + k2\pi \Rightarrow 10\pi - \frac{\pi x}{20} = k\pi + \frac{\pi}{6} \qquad (2)$$

$$\text{và } (\frac{\pi(l-x)}{20} + \frac{\pi}{2}) = k2\pi + \frac{2\pi}{3} \Rightarrow 10\pi - \frac{\pi x}{20} = k\pi + \frac{5\pi}{6} \qquad (3)$$

Với (2) ta có: $x = (\frac{59}{6} - k)20\ (\text{cm}) \Rightarrow x = \frac{590}{3}; \frac{530}{3}; \frac{470}{3} \ldots (\text{cm})$

Với (3) ta có: $x = (\frac{55}{6} - k)20\ (\text{cm}) \Rightarrow x = \frac{550}{3}; \frac{490}{3}; \frac{430}{3} \ldots (\text{cm})$

Theo (1) vị trí các bụng sóng được xác định bởi: $\sin\frac{2\pi(l-x)}{\lambda} = \pm1$

$$\Rightarrow \frac{2\pi(l-x)}{\lambda} = (2k+1)\frac{\pi}{2}\ (k = 0, 1, 2\ldots)$$

$$\Rightarrow x = l - (2k+1)\frac{\lambda}{4} = [200 - (2k+1).10]\ (\text{cm})$$

Bề rộng của một bụng sóng bằng: 2.2a = 8cm.

Đáp số: $\lambda = 40$cm; $v = 20$m/s; $v_{max} = 6{,}28$ m/s và $x = 8$cm

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

12.2. Đầu A của một lò xo dài treo thẳng đứng dao động theo phương thẳng đứng với tần số f = 400Hz, đầu dưới của lò xo thả tự do. Sau một thời gian, người ta thấy có một số vòng lò xo đứng yên ở các điểm cách đều nhau 40,0cm còn đầu dưới lò xo dao động rất mạnh.

a. Nếu lò xo có chiều dài tự nhiên là *l* = 100cm thì sẽ thấy được bao nhiêu vùng lò xo đứng yên và bao nhiêu vùng dao động mạnh nhất ?

b. Nếu đầu dưới lò xo được giữ cố định và vẫn có độ dài *l*. Xác định tần số của đầu trên dây để có sóng dừng xuất hiện trên dây.

Đáp số: a. Có 3 nút và 3 bụng

b. f' = k.160Hz

12.3. Một dây AB dài 120cm, đầu A mắc vào dọc một nhánh âm thoa có tần số f = 40Hz, đầu B gắn cố định. Cho âm thoa dao động, quan sát trên dây thấy có sóng dừng với 4 bó sóng. Xác định vận tốc truyền sóng trên dây

Đáp số: v = 24m/s.

12.4. Một dây dài 120cm đầu B cố định, đầu A gắn với một nhánh âm thoa dao động với tần số 40Hz. Biết vận tốc truyền sóng v = 32 m/s và sóng xuất hiện có đầu A là một nút sóng. Xác định số bụng sóng dừng trên dây.

Đáp số: N = 3.

12.5. Một dây thép dài AB = 60cm hai đầu được gắn cố định, được kích thích cho dao động bằng một nam châm điện nuôi bằng mạng điện thành phố có tần số f = 50Hz. Trên dây có sóng dừng với 5 bụng sóng. Xác định vận tốc truyền sóng trên dây .

Đáp số: v = 24m/s.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

12.6. Sóng dừng được tạo ra từ

A. sự giao thoa của hai sóng tới và sóng phản xạ, kết quả là trên phương truyền sóng có những nút và bụng sóng.

B. sự giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ đổi dấu.

C. sự giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ không đổi dấu.

D. sự giao thoa của hai sóng tới cùng pha

12.7. Sóng phản xạ

A. luôn luôn bị đổi dấu.

B. luôn luôn không bị đổi dấu.

C. bị đổi dấu khi bị phản xạ trên một vật cản cố định.

D. bị đổi dấu khi bị phản xạ trên một vật cản di động.

12.8. Sóng dừng là

A. sóng không lan truyền nữa do bị một vật cản chặn lại.

B. sóng được tạo thành giữa hai điểm cố định trong một môi trường.

C. sóng được tạo thành do giao thoa giữa sóng tới và sóng phản xạ.

D. sóng trên một sợi dây hai đầu được giữ cố định.

12.9. Trên hệ sóng dừng trên dây, khoảng cách giữa hai nút liên tiếp bằng

A. một bước sóng. B. một nửa bước sóng.

C. một phần tư bước sóng. D. hai lần bước sóng.

12.10. Để tạo ra hệ sóng dừng giữa hai nguồn điểm kết hợp trong một môi trường thì khoảng cách giữa hai nguồn đó phải bằng.

A. một số nguyên lần bước sóng.

B. một số nguyên lần nửa bước sóng.

C. một số lẻ lần nửa bước sóng.

D. một số lẻ lần bước sóng.

12.11. Sóng dừng được hình thành bởi

A. sự giao thoa của hai sóng kết hợp.

B. sự tổng hợp trong không gian của hai hay nhiều sóng kết hợp.

C. sự giao thoa của một sóng tới và sóng phản xạ của nó cùng truyền theo một phương.

D. sự giao thoa của một sóng tới và sóng phản xạ của nó cùng truyền phương vuông góc lẫn nhau.

12.12. Đầu A của sợi dây AB dài 120cm mắc vào dọc một nhánh âm thoa có tần số f = 40Hz, đầu B gắn cố định. Cho âm thoa dao động, quan sát trên dây thấy có sóng dừng với 4 bó sóng. Vận tốc truyền sóng trên dây là

A. v = 20m/s. B. v = 15 m/s.

C. v = 28 m/s. D. v = 24m/s.

12.13. Dây AB dài l = 90cm có sóng truyền với vận tốc v = 40 m/s từ nguồn được kích thích bằng tần số f = 200Hz. Cho rằng hai đầu dây đều cố định. Số bụng sóng dừng trên dây sẽ là

A. N = 6. B. N = 9.

C. N = 8. D. N = 10.

12.14. Dây AB dài l = 1,05m được kích thích bằng dao động có tần số f = 200Hz. Trên dây xuất hiện 7 bụng sóng dừng. Biết rằng hai đầu dây được gắn cố định, vận tốc truyền sóng trên dây đó là

A. v = 60 m/s. B. v = 25m/s.

C. v = 30 m/s. D. v = 15m/s.

12.15. Một màng kim loại dao động với tần số f = 150Hz, tạo ra trong nước một sóng âm có bước sóng λ = 9,56m. Vận tốc truyền sóng là

A. v = 1434m/s. B. 1500m/s.

C. v= 1480m/s. D. 1425m/s.

12.16. Người ta thực hiện sóng dừng trên sợi dây dài 1,2m rung với tần số 10Hz. Vận tốc truyền sóng trên dây là 4m/s. Hai đầu dây là hai nút, số bụng trên dây là

A. k = 5 bụng. B. k = 7 bụng.

C. k = 6 bụng. D. k = 4 bụng.

12.17. Sợi dây dài 2m căng nằm ngang, một đầu dây cố định, đầu còn lại người ta cho dao động với tần số 10Hz. Lực căng dây là 10N thì dây rung thành hai múi. Khối lượng dây là

A. m = 50g. B. m = 100g.

C. m = 20g. D. m = 200g.

12.18. Một sóng truyền trên mặt biển có bước sóng λ = 3m. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động lệch pha nhau 90^0 là

A. $a = 0,75m$. B. $a = 1,5m$.

C. $a = 3m$. D. một giá trị khác.

12.19. Một sóng truyền trên mặt biển có bước sóng $\lambda = 5m$. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động ngược pha nhau là

A. $a = 1,25m$. B. $a = 2,5m$.

C. $a = 5m$. D. Tất cả A, B, C đều đúng

Chủ đề 13

SÓNG ÂM

TÍNH CHẤT VẬT LÍ CỦA ÂM THANH

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

– Sóng âm là sóng cơ học có tần số trong khoảng $16Hz \leq f \leq 2.10^4$ Hz. Bài toán về sóng âm có cách giải tương tự như giải bài toán chung về sóng cơ. Để giải nhanh các bài toán này, ngoài các công thức như trong phần sóng cơ, ta cần nắm thêm một số khái niệm sau:

+ Cường độ âm I là năng lượng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm trong một đơn vị thời gian.

$$I = \frac{P}{S}$$ (đơn vị W/m^2) và P là công suất âm

+ Mức cường độ âm L;

$$L\ (B) = \lg\frac{I}{I_0}$$ (đơn vị là Ben B)

$$L\ (dB) = 10\lg\frac{I}{I_0}$$ (dB đêxi Ben = 1/10 B)

$$I_0 = 10^{-12} W/m^2$$ (cường độ âm chuẩn)

– Các đại lượng đặc trưng của sóng bao gồm: vận tốc truyền sóng, bước sóng, chu kì, tần số và độ lệch pha giữa hai điểm trên phương truyền sóng. Liên hệ giữa vận tốc truyền sóng, bước sóng, chu kì, tần số theo biểu thức:

$\lambda = vT = \frac{v}{f}$. Độ lệch pha giữa hai điểm trên phương truyền sóng:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$$ (với $d = |d_2 - d_1|$)

+ $\Delta\varphi = 2k\pi$: Hai điểm dao động cùng pha

+ $\Delta\varphi = (2k + 1)\pi$: Hai điểm dao động ngược pha

Các bước giải toán:

1. Phân tích đề ra, chọn công thức áp dụng
2. Thay số, tính toán các kết quả
3. Chọn đáp án phù hợp, biện luận và trả lời

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 13.1.

Một người đứng cách một cái loa khoảng 30m, trước loa nghe được âm ở mức cường độ khoảng 70dB. Cho rằng: loa có dạng một hình nón có nửa góc ở đỉnh là 30^0; Cho biết cường độ âm chuẩn $I_0 = 10^{-12} W/m^2$; Bỏ qua sự hấp thụ âm của không khí. Tính công suất phát âm của loa.

Bài giải

Cho: R = 30m; L = 70dB

$\underline{\alpha = 30^0;\ I_0 = 10^{-12} W/m^2}$

Xác định: P = ?;

Phân tích: Đây là loại bài toán về năng lượng của âm. Lưu ý rằng: cường độ âm là lượng năng lượng do sóng âm truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm tại điểm mà ta đo, trong một đơn vị thời gian. Vì mức cường độ âm thường được đo bằng đêxiben nên thường dùng công thức: $L = 10\log\frac{I}{I_0}$ (dB). Để tính công suất phát âm cần tìm diện tích của mặt vuông góc với phương truyền âm mà sóng âm đi tới, mặt này thường có dạng chỏm cầu (coi nguồn âm là nguồn điểm phát ra sóng cầu). Công thức tính diện tích của chỏm cầu: $S = 2\pi Rh$ (cần đổi R và h ra mét)

Giải

Mức cường độ âm đo bằng dB tại điểm mà ta xét là:

$$L = 10\log\frac{I}{I_0} = 70 \Rightarrow \log\frac{I}{I_0} = 7 \text{ hay } I = I_0 .10^7 = 10^{-5}\ W/m^2.$$

Gọi R = 30m là khoảng cách từ loa đến điểm mà ta xét.

Diện tích của chỏm cầu bán kính R và chiều cao h là $S = 2\pi Rh$.

Vì một nữa góc mở của chỏm cầu là 30^0 nên ta có:

$$h = R - R\cos 30^0 = R\left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right).$$

Từ đó: $S = 2\pi R^2(1 - \frac{\sqrt{3}}{2})$. Công suất mà chỏm cầu nhận được bằng công suất phát âm của loa: $P = IS = 2\pi IR^2(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}) \approx 7,57.10^{-3}$W.

Đáp số: $P \approx 7,57.10^{-3}$W.

Thí dụ 13.2.

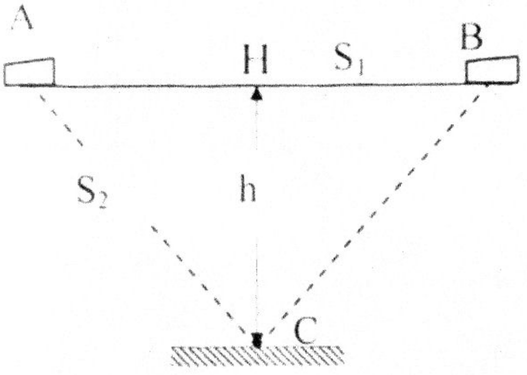
Muốn đo độ sâu của biển, người ta cho phát tín hiệu âm từ một tàu A và thu tín hiệu đó từ một tàu B nằm cách tàu A một khoảng 3km. Tín hiệu thu được hai lần, cách nhau một khoảng thời gian 2s. Hãy tính độ sâu của biển và bước sóng của âm, biết rằng vận tốc và tần số của âm trong nước lần lượt là 1500m/s và 20000Hz.

Bài giải

Cho: $s_1 = 3.10^3$m; $t = 2$s

$v = 1,5.10^3$m/s; $v = 2.10^4$Hz.

Hỏi: h? λ?



Hình 3.2

Phân tích: Tín hiệu âm phát ra từ tàu A đi đến tàu B bằng hai đường từ A thẳng tới B và từ A tới điểm C ở đáy biển rồi phản xạ lên B. do 2 đường đi ngắn, dài khác nhau nên tín hiệu âm từ tàu A đến tàu B hai lần cách nhau một khoảng thời gian: $t = \frac{2s_2 - s_1}{v}$. Từ đó ta có thể tìm quãng đường s_2, rồi tìm được độ sâu h của biển. Còn bước sóng âm sẽ tính được theo định nghĩa của nó: $\lambda = v.T$

Giải

Từ hình vẽ 3.2, ta thấy trong tam giác vuông AHC:

$$HC = h = \sqrt{AC^2 - AH^2} = \sqrt{s_2^2 - \left(\frac{s_1}{2}\right)^2}$$

ta có: $s_2 = \frac{vt + s_1}{2} \Rightarrow h = \sqrt{\frac{v^2t^2}{4} + \frac{vts_1}{2}} = 2600$m.

Bước sóng của âm: $\lambda = \frac{v}{f} = 7,5$cm.

Đáp số: $h = 2600$m; $\lambda = 7,5$cm.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

13.3. Một dây đàn có chiều dài $l = 0,5$m, biết vận tốc truyền sóng trên dây là $v = 435$m/s

a. Xác định tần số âm cơ bản mà dây đàn phát ra.

b. Nếu đặt ngón tay vào điểm cách một đầu dây khoảng bằng 1/3 chiều dài dây thì âm phát ra có tần số bao nhiêu.

Đáp số. a. $f = 435$ Hz; b. $f' = 625,5$ Hz

13.4. Một dây đàn dài $l = 0,6$m được kích thích phát ra âm *La* có tần số $f = 220$ Hz với 4 nút sóng dừng. Xác định vận tốc truyền sóng trên dây.

Đáp số: $v = 88$m/s.

13.5. Sau khi bóp cò súng 9,1s người bắn nghe thấy tiếng nổ thứ hai gây ra do sự phản xạ âm từ vách núi ở cách xa mình 15000m. Lúc đó có gió thổi theo phương truyền âm (vận tốc truyền âm trong không khí yên tĩnh là $v' = 330$m/s). Xác định vận tốc v của gió (biết $v' < v$).

Đáp số: $v = 10,4$m/s.

13.6. Tần số dao động của sóng âm là 600Hz, sóng truyền đi với vận tốc 360m/s. Xác định khoảng cách giữa hai điểm gần nhất dao động ngược pha

Đáp số: $d = 30$ cm.

13.7. Một cái còn tầm gồm 16 lỗ, quay 1200 vòng trong một phút. Xác định chu kì của âm này.

Đáp số: $T = 3,125.10^{-3}$ s.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

13.8. Trong cùng một môi trường, sóng âm tần số 300Hz có bước sóng λ, sóng âm tần số 600Hz có bước sóng λ' thì

A. $\lambda = 1/2\lambda'$.
B. $\lambda = \lambda'$.
C. $\lambda = 2\lambda'$.
D. $\lambda = 4\lambda'$

13.9. Vận tốc của sóng radio là 3.10^8m/s. Tần số của sóng radio có bước sóng 10m là

A. $f = 3,3.10^8$Hz.
B. $f = 3,0.10^7$Hz.
C. $f = 3,3.10^7$Hz.
D. $f = 3.10^9$Hz

13.10. Một trạm truyền thanh phát trên băng tần 660kHz. Bước sóng của sóng đó là.

A. $\lambda =$ 2,2m.
B. $\lambda =$ 454,5m.
C. $\lambda =$ 4,55km.
D. $\lambda = 1,98.10^{14}$m

13.11. Hai âm thoa có tần số lần lượt là 310Hz và 316 Hz dao động đồng thời. Số lần dao động của sóng tổng hợp trong một giây là

A. n = 0.　　B. n = 6.　　C. n = 313.　　D. n = 626

13.12. Một dây kim loại có tần số dao động cơ bản là 400Hz. Một dây kim loại khác có cùng chiều dài và có cùng sức căng nhưng đường kính gấp đôi dây cũ thì tần số dao động cơ bản của nó là

A. f = 100Hz.　　B. f = 200Hz.　　C. f = 400 Hz.　　D. f = 800Hz.

13.13. Ba giây sau khi súng được kéo cò, xạ thủ nghe được tiếng nổ. Cho biết vận tốc âm là 340m/s. Khoảng cách từ nơi xạ thủ đến nơi âm bị phản xạ là

A. s = 1020m.　　B. s = 510m.　　C. s = 680m.　　D. s = 340m

13.14. Một âm có cường độ 5.10^{-7} W/m^2. Mức cường độ âm của nó là.

A. L = 37dB.　　B. L = 73dB.　　C. L = 57dB.　　D. L = 103dB

13.15. Một tiếng động nhỏ có mức cường độ âm là 15dB. Cường độ âm tương ứng với mức cường độ âm trên là

A. $I = 2.10^{-11}W/m^2$.　　B. $I = 3.10^{11}W/m^2$.

C. $I = 3{,}2.10^{-11}W/m^2$.　　D. $I = 2{,}0.10^{-11}W/m^2$

13.16. Để tăng gấp đôi tần số của một dây có sức căng T, thì sức căng mới của dây phải là.

A. T' = 0,5T.　　B. T' = $\sqrt{2}$ T.　　C. T' = 2T.　　D. T' = 4T.

13.17. Một âm có mức cường độ âm 90dB mạnh gấp mấy lần một âm có mức cường độ âm 40dB?

A. 5 lần.　　B. 50 lần.　　C. 500 lần.　　D. 10^5 lần

13.18. Trong một buổi hoà nhạc, 10 chiếc kèn đồng phát một mức cường độ âm 50dB. Để có mức cường độ âm 60dB thì số kèn đồng phải dùng là

A. 15 cái.　　B. 20 cái.　　C. 100 cái.　　D. 200 cái.

13.19. Một ống được bịt một đầu cho ta một âm cơ bản có tần số bằng f. Sau khi bỏ đầu bịt đi, tần số của âm cơ bản phát ra sẽ như thế nào?

A. Vẫn như trước đó.　　B. Tăng lên gấp hai lần.

C. Tăng lên gấp bốn lần.　　D. Giảm xuống hai lần.

13.20. Khi âm thanh truyền từ không khí vào nước thì

A. tần số thay đổi, nhưng bước sóng thì không.

B. cả hai đại lượng đều không thay đổi.

C. cả hai đại lượng đều thay đổi.

D. bước sóng thay đổi, nhưng tần số thì không.

13.21. Trong không khí, loài dơi phát ra âm thanh có bước sóng ngắn nhất bằng 0,33m. Tần số của sóng này gần bằng

A. $f = 10^2s^{-1}$.　　B. $f = 10^3s^{-1}$.　　C. $f = 10^4s^{-1}$.　　D. $f = 10^5s^{-1}$.

13.22. Trong thép, sóng âm lan truyền với vận tốc 5000m/s. Nếu hai điểm gần nhất, tại đó các pha của sóng khác nhau một góc $\pi/2$, cách nhau một khoảng bằng 1m, thì tần số của sóng đó là

A. $f = 10^4$ Hz. B. $f = 5000$ Hz. C. $f = 2500$ Hz. D. $f = 1250$ Hz.

13.23. Hiệu ứng Doppler nói về hiện tượng

A. giao thoa của các sóng âm.

B. thay đổi tốc độ lan truyền của sóng khi chuyển từ một môi trường này sang một môi trường khác.

C. thay đổi tần số của nguồn âm thanh.

D. nhiễu xạ của sóng âm lên các vật thể nhỏ.

13.24. Một dây đàn dài $l = 0,6$m được kích thích phát ra âm *La* có tần số $f = 220$ Hz với 4 nút sóng dừng. Xác định vận tốc truyền sóng trên dây.

A. $v = 44$m/s. B. $v = 88$m/s. C. $v = 66$m/s. D $v = 550$m/s.

13.25. Tần số dao động của sóng âm là 600Hz, sóng truyền đi với vận tốc 360m/s. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhất dao động ngược pha là

A. $s = 20$cm. B. $s = 30$ cm. C. $s = 40$ cm. D. $s = 10$ cm

13.26. Hai loa nhỏ giống hệt nhau đặt cách nhau $S_1S_2 = 2,5$m âm phát ra theo mọi hướng cùng pha có bước sóng $\lambda = 1,00$m. M là một điểm không nghe được âm thanh của cả hai loa. Cho $MS_1 = 3,5$ và $MS_2 > MS_1$. Tìm MS_2 nhỏ nhất có thể là

A. $MS_{2min} = 4,5$m. B. $MS_{2min} = 3,7$m.

C. $MS_{2min} = 4$m. D. $MS_{2min} = 4,25$m.

13.27. Hai loa nhỏ giống nhau tạo thành hai nguồn kết hợp đặt cách nhau $S_1S_2 = 5$m. Chúng phát ra âm có tần số $f = 440$Hz với vận tốc truyền âm $v = 330$m/s. Tại điểm M, người quan sát nghe được âm to nhất đầu tiên khi đi từ S_1 đến S_2. Khoảng cách S_1M là

A. $S_1M = 0,5$m. B. $S_1M = 1,25$m. C. $S_1M = 0,75$m. D. $S_1M = 0,25$m.

13.28. Một nguồn âm dìm trong nước có tần số $f = 500$ Hz. Hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng cách nhau 25cm luôn lệch pha nhau $\frac{\pi}{4}$. Vận tốc truyền sóng nước là

A. $v = 500$ m/s. B. $v = 750$ m/s. C. $v = 250$ m/s. D. $v = 1$ km/s.

13.29. Tại một điểm A nằm cách xa nguồn âm (coi là nguồn điểm) một khoảng NA = 1m, mức cường độ âm là: $L_A = 90$dB. Biết ngưỡng nghe của âm đó là $I_0 = 10^{-10}$W/m^2.

a. Cường độ âm I_A của âm đó tại A là:

A. $I_A = 1$ W/m^2. B. $I_A = 0,1$ W/m^2.

C. $I_A = 0,1$ kW/m^2. D. $I_A = 1$ kW/m^2

b. Coi môi trường hoàn toàn không hấp thu âm. Cường độ và mức cường độ của âm đó tại điểm B trên đường NA và cách N một khoảng NB = 10m.

A. $I_B = 10^{-2}$ (W/m^2); $L_B = 70$ (d_B).

B. $I_B = 10^{-3}$ (W/m^2); $L_B = 70$ (d_B).

C. $I_B = 10^{-4}$ (W/m^2); $L_B = 77$ (d_B).

D. $I_B = 10^{-5}$ (W/m^2); $L_B = 77$ (d_B).

c. Coi nguồn âm N như một nguồn đẳng hướng. Công suất phát âm của nguồn đó có giá trị là:

A. P = 2,26 W.
B. P = 1,26 W.
C. P = 3,26 W.
D. P = 4,26 W.

13.30. Trong thí nghiệm của Men – Đơ, đoạn dây AP = 60cm có khối lượng 6g được căng bằng một lực 2,25N.

a. Vận tốc truyền sóng trên dây là

A. v = 15m/s.
B. v = 1,5m/s.
C. v = 51m/s.
D. v = 5,1m/s.

b. Để dây rung với 1, 2, 3 múi, thì tần số dao động của cần rung phải là

A. f_1 = 12,5Hz, f_2 = 25Hz, f_3 = 37,5 Hz.

B. f_1 = 12,5Hz, f_2 = 2,5Hz, f_3 = 37,5 Hz.

C. f_1 = 125Hz, f_2 = 250Hz, f_3 = 375 Hz.

D. f_1 = 1,25Hz, f_2 = 2,5Hz, f_3 = 3,75 Hz.

Chương IV

DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Nguyên tắc tạo ra dòng điện xoay chiều

– *Từ thông:* Từ thông gửi qua một khung dây có diện tích S gồm **N** vòng dây quay đều với vận tốc ω quanh trục Δ trong một từ trường đều $\vec{B} \perp \Delta$ là:

$$\Phi = NBS\cos\omega t = \Phi_0\cos(\omega t + \varphi) \qquad [\Phi]: \text{Wb (Vêbe)}$$

trong đó: $\Phi_0 = BNS = \Phi_m$ và φ góc giữa $(\vec{n}, \vec{B})$ khi $t = 0$

– *Suất điện động cảm ứng do máy phát tạo ra:*

$$\mathscr{E} = NBS\,\omega\sin(\omega t + \varphi) = E_0\sin(\omega t + \varphi) \qquad \text{(V)}$$

trong đó $E_0 = NBS\omega = E_m$

– *Hiệu điện thế cung cấp cho mạch ngoài:* $u = U_0\sin(\omega t - \varphi_u)$

– *Cường độ dòng điện ở mạch ngoài:* $i = I_0\sin(\omega t + \varphi_i)$

– *Các giá trị hiệu dụng:* $E = \dfrac{E_0}{\sqrt{2}}$; $U = \dfrac{U_0}{\sqrt{2}}$; $I = \dfrac{I_0}{\sqrt{2}}$

– *Nhiệt lượng toả ra trên điện trở thuần R:* $Q = RI^2t$

(ω gọi là tần số góc, $\alpha = \omega t + \varphi$ gọi là pha và φ gọi là pha ban đầu.

Đại lượng $T = 2\pi/\omega$ gọi là chu kì và $f = \omega/2\pi$ gọi là tần số)

2. Các mạch điện xoay chiều sơ cấp

– *Đoạn mạch chỉ có điện trở R: Z = R*

* u cùng pha với i ($\varphi = 0$); * $R = \dfrac{U_0}{I_0}$ hay $\dfrac{U}{I}$

– *Đoạn mạch chỉ có cuộn thuần cảm L:* $Z = Z_L$

* u sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với i ($\varphi = \dfrac{\pi}{2}$); * $Z_L = L\omega = \dfrac{U_0}{I_0}$ hay $Z_L = \dfrac{U}{I}$

– *Đoạn mạch chỉ có tụ điện C:* $Z = Z_C$

* u trễ pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với i ($\varphi = -\dfrac{\pi}{2}$); $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{U_0}{I_0}$ hay $Z_C = \dfrac{U}{I}$

– *Đoạn mạch R, L, C mắc nối tiếp:* $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

* $u = u_R + u_L + u_C$ và $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$; u lệch pha φ so với i; $\operatorname{tg}\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R}$

$$Z = \frac{U_0}{I_0} \text{ hay } Z = \frac{U}{I} \text{ và } U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$

– *Hệ số công suất*: $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z}$

+ Nếu $Z_L > Z_C$ mạch có tính cảm kháng $\Rightarrow \varphi > 0$: u sớm pha hơn i

+ Nếu $Z_L < Z_C$ mạch có tính dung kháng $\Rightarrow \varphi < 0$: u trễ pha hơn i

+ Nếu $Z_L = Z_C$ mạch cộng hưởng $\Rightarrow \varphi = 0$: u cùng pha với i: ($I = \dfrac{U}{R}$)

3. Công suất dòng điện xoay chiều

– Biểu thức tổng quát: $P = UI\cos\varphi$ ($\cos\varphi$ gọi là hệ số công suất)

– Trong mạch R, L, C mắc nối tiếp: $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z}$

* Nếu R, U = const (thay đổi L, C, ω, f)

$$\Rightarrow P = R\frac{U^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \quad (\text{khi } Z_C = Z_L \Rightarrow P = \frac{U^2}{R})$$

* Nếu L, C, ω, U = const (chỉ thay đổi R)

$$\Rightarrow P = \frac{U^2}{R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}} \quad (\text{khi } R = |Z_L - Z_C| \Rightarrow P = \frac{U^2}{2R})$$

(đây là bất đẳng thức Côsi $\Rightarrow Z = R\sqrt{2} \Rightarrow \cos\varphi = \dfrac{\sqrt{2}}{2}$)

4. Truyền tải điện năng – Máy biến áp

– Truyền tải điện năng là sự truyền tải điện năng từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ. Công suất truyền tải P từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ P = UI (U hiệu điện thế đầu ra của máy phát, I là cường độ dòng điện trên đường dây)

* Công suất hao phí trên đường dây: $\Delta P = RI^2 = R\dfrac{P^2}{U^2}$

– Máy biến áp là thiết bị có khả năng biến đổi điện áp xoay chiều và giữ nguyên tần số.

* Cấu tạo máy biến áp gồm hai phần: Lõi thép gồm nhiều lá thép kĩ thuật mỏng ghép với nhau để tránh dòng Phucô. Hai cuộn dây đồng cuốn quanh lõi thép với số vòng dây khác nhau: cuộn sơ cấp N_1 vòng nối với mạng điện xoay chiều, cuộn thứ cấp N_2 vòng nối với tải tiêu thụ.

* Nguyên tắc hoạt động: dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ

* Sự biến đổi hiệu điện thế và cường độ dòng điện

$P_1 = U_1I_1$ (cuộn sơ cấp) và $P_2 = U_2I_2$ (cuộn thứ cấp)

Hiệu suất của máy biến áp:

$$H = \frac{P_1}{P_2} \Rightarrow \text{nếu } H = 100\% \text{ thì } \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$\Rightarrow$ Nếu $N_1 < N_2 \Rightarrow U_1 < U_2$ máy tăng thế và nếu $N_1 > N_2 \Rightarrow U_1 > U_2$

5. Các máy phát xoay chiều

– Máy phát điện xoay chiều một pha

* Nguyên tắc hoạt động: dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ

* Cấu tạo gồm 3 phần chính:

+ Phần cảm (tạo ra từ trường - nam châm).

+ Phần ứng (tạo ra dòng điện - cuộn dây có nhiều vòng).

+ Bộ góp (đưa điện ra mạch ngoài) hai vành khuyên và 2 chổi quét

– Hệ ba pha gồm máy phát 3 pha, dòng 3 pha và động cơ 3 pha

* Máy phát 3 pha hoạt động trên nguyên tắc cảm ứng điện từ, có cấu tạo gồm hai phần: phần cảm gọi là rôto thường là nam châm điện, phần ứng gọi là stato gồm 3 cuộn dây đặt lệch nhau 1/3 vòng tròn trên thân stato.

* Dòng điện xoay chiều 3 pha là hệ thống 3 dòng xoay chiều cùng tần số cùng biên độ nhưng lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$ hay 120^0 (thời gian là 1/3 chu kì)

$$i_1 = I_m \sin\omega t;\ i_2 = I_m\sin(\omega t - 2\pi/3);\ i_3 = I_m\sin(\omega t + 2\pi/3)$$

* Có hai cách mắc điện 3 pha: Mắc hình sao (hay mắc 4 dây) trong đó 3 dây pha (dây nóng) và 1 dây trung hoà (dây nguội). Tải tiêu thụ không cân đối xứng: $\Rightarrow U_{dây} = \sqrt{3}\,U_{pha}$ và $I_{dây} = I_{pha}$

Mắc hình tam giác (hay mắc 3 dây). Tải tiêu thụ phải đối xứng

$$\Rightarrow U_{dây} = U_{pha} \text{ và } I_{dây} = \sqrt{3}\,I_{pha}$$

6. Động cơ không đồng bộ ba pha là thiết bị biến điện năng của dòng xoay chiều thành cơ năng.

* Nguyên tắc: Dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ và từ trường quay

* 2 cách tạo ra từ trường quay: Cho nam châm quay hoặc bằng dòng 3 pha

* Cấu tạo động cơ không đồng bộ 3 pha: gồm 2 phần

– Stato giống như stato của máy phát xoay chiều 3 pha

– Rôto hình trụ có tác dụng như một cuộn dây quấn quanh lõi thép

B. PHÂN LOẠI BÀI TẬP

Chủ đề 14 DAO ĐỘNG ĐIỆN

DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Suất điện động xoay chiều hình sin trong máy phát điện được tạo ra trên nguyên tắc của hiện tượng cảm ứng điện từ (sự biến thiên điều hoà của từ thông qua một khung dây). Vì vậy, cần tạo ra một từ thông biến thiên điều hoà theo thời gian hoặc tạo ra sự biến đổi cảm ứng từ B, bằng cách cho một nam châm quay trước một khung dây. Ngoài ra, còn có thể thay đổi góc α giữa pháp tuyến khung và chiều đường sức từ qua khung.

Các công thức cần nắm trong khi giải toán

+ Từ thông gửi qua một khung dây có diện tích S gồm N vòng dây quay đều với vận tốc ω quanh trục Δ trong một từ trường đều $\vec{B} \perp \Delta$ là:

$$\Phi = NBS\cos\omega t = \Phi_0\cos(\omega t + \varphi) \qquad [\Phi]: \text{Wb (Vêbe)}$$

trong đó: $\Phi_0 = BNS = \Phi_m$ và φ góc giữa $(\vec{n}, \vec{B})$ khi $t = 0$

+ Suất điện động cảm ứng do máy phát tạo ra:

$$E = NBS\omega\sin(\omega t + \varphi) = E_0\sin(\omega t + \varphi)\ \text{(V)};\ E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{N\Phi_m}{\sqrt{2}}$$

(trong đó $E_0 = NBS\omega = E_m$ và $\Phi_m = BS$ từ thông cực đại gửi qua 1 vòng dây)

+ Hiệu điện thế cung cấp cho mạch ngoài: $u = U_0\sin(\omega t + \varphi_u)$

+ Cường độ dòng điện ở mạch ngoài: $i = I_0\sin(\omega t + \varphi_i)$

+ Tần số dòng xoay chiều: Gọi n là số vòng quay của rôto và p là số cặp cực của rôto, tần số dòng điện f được xác định từ: $f = \dfrac{np}{60}$

Các bước để giải bài toán loại này là:

1. Từ biểu thức $\Phi = BS\cos\alpha$ ta lập hàm số theo t: $\Phi = f(t)$
2. Lấy đạo hàm của từ thông theo thời gian
3. Tìm giá trị suất điện động cực đại và hiệu dụng
4. Xác định giá trị suất điện động trung bình: $E_{tb} = N(\Delta\Phi/\Delta t)$.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 14.1

Một khung dây có 1000vòng, diện tích mỗi vòng là 200cm^2, đặt trong từ trường đều B = 0,1T (B vuông góc với trục quay Δ). Khung quay đều với ω = 300vòng/phút. Biết lúc t = 0 thì $\vec{n}$ vuông góc với $\vec{B}$. Hãy xác định:

a. Biểu thức của suất điện động xoay chiều.

b. Từ thông cực đại qua khung dây

c. Suất điện động cực đại xuất hiện trong khung dây.

Bài giải:

Cho: N = 1000 vòng; S = 200cm^2;

B = 0,1T; $\alpha = 90^0$; ω = 300 vòng/ph.

Xác định: e = ?; Φ_{max} = ?; E_0 = ?

Phân tích: Bài toán yêu cầu xác định suất điện động xoay chiều xuất hiện trong khung dây khi có sự biến thiên điều hoà của từ thông qua một khung. Vì vậy, nguyên nhân chủ yếu là do từ thông biến thiên điều hoà theo thời gian hoặc sự biến đổi cảm ứng từ B (do nam châm quay trước một khung dây).

Ta có thể giải bài toán theo các bước:

+ Từ biểu thức $\Phi = BS\cos\alpha$ ta lập hàm số theo t: $\Phi = f(t)$.

+ Lấy đạo hàm của từ thông theo thời gian.

+ Tìm giá trị suất điện động cực đại và hiệu dụng.

Giải

a. Biểu thức suất điện động xoay chiều: $e = E_0\sin(\omega t + \varphi)$

vì khi t = 0 thì $\vec{n}$ vuông góc với $\vec{B}$ $\Rightarrow \varphi = \pi/2$

$\Rightarrow e = 20\pi\sin(10\pi t + \pi/2)$(V)

b. Từ thông cực đại qua khung: $\Phi_0 = NBS = 1000.\ 0,1.\ 200.10^{-4} = 2Wb$

c. Suất điện động cực đại: $E_0 = \Phi_0\omega$, trong đó:

$\omega = 2\pi n/t = 2\pi.300/60 = 10\pi$ (rad)

$\Rightarrow\ E_0 = 2.10\pi = 20\pi = 62,8$ (V)

Đáp số: a. $e = 20\pi\sin(10\pi t + \pi/2)$ (V)

b. Φ_0 = 2Wb; c. E_0 = 62,8 (V)

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

14.2. Một ống dây dài 40cm có 4000 vòng cuốn sát nhau, tiết diện mỗi vòng dây $S = 2.10^{-3}$ m^2. Xác định từ thông xuyên qua ống dây khi có dòng điện I = 1A chạy trong ống dây.

Đáp số: Φ = 0,1 Wb.

14.3. Một ống dây dài 40cm có 4000 vòng cuốn sát nhau, tiết diện mỗi vòng dây $S = 2.10^{-3}$ m^2. Xác định từ thông xuyên qua ống dây, biết rằng: dòng điện chạy qua ống là I = 1A.

Đáp số: Φ = 0,1 (Wb)

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

14.5. Từ thông xuyên qua một mạch kín có diện tích S đặt trong một từ trường B hợp với véc tơ pháp tuyến của mặt phẳng chứa mạch điện một góc α là $\Phi = BS\cos\alpha$. Muốn làm phát sinh trong mạch kín này một dòng điện cảm ứng ta phải.

A. thay đổi góc α và thay đổi từ trường B.

B. thay đổi diện tích S trong mạch kín.

C. đưa mạch kín ra khỏi vùng không gian có từ trường B.

D. tất cả các cách A, B, C.

14.6. Một cuộn dây gồm N = 100 vòng, mỗi vòng có diện tích trung bình $S = 100cm^2$ được đặt trong một từ trường cảm ứng từ $B = 2.10^{-3}$ tesla hợp với trục cuộn dây một góc 60^0. Từ thông xuyên qua một cuộn dây là:

A. $\Phi = 100$ vêbe.
B. $\Phi = 10^{-3}$ vêbe.
C. $\Phi = 50$ vêbe.
D. $\Phi = 17,32$ vêbe

14.7. Một ống dây dài 40cm, có 4000 vòng cuốn sát nhau, tiết diện mỗi vòng $S = 2.10^{-3}\ m^2$. Nếu cho dòng điện I = 1A chạy qua ống dây, thì cảm ứng B xuất hiện trong ống dây là

A. B = 1,256 tesla.
B. B = 12,56 tesla.
C. $B = 12{,}56.10^{-3}$ tesla.
D. $B = 25{,}02.10^{-3}$ tesla

14.8. Một ống dây dài 40cm có 4000 vòng cuốn sát nhau, tiết diện mỗi vòng dây $S = 2.10^{-3}\ m^2$. Từ thông xuyên qua ống dây khi có dòng điện I = 1A chạy trong ống dây có giá trị gần bằng số nào sau đây nhất.

A. $\Phi = 10^{-2}$ Wb.
B. $\Phi = 100$ Wb.
C. $\Phi = 0,1$ Wb.
D. $\Phi = 0,2$ Wb.

14.9. Một ống dây dài 4000 vòng cuốn sát nhau, diện tích mỗi vòng dây là $S = 2.10^{-3}\ m^2$. Nếu cho dòng điện I biến thiên từ 1A đến 0 A trong thời gian $\Delta t = 0{,}1s$ thì suất điện động cảm ứng trung bình phát sinh trong ống dây trong thời gian Δt đó là

A. E = 2 V.
B. E = 0,1 V.
C. E = 10 V.
D. E = 1 V.

14.10. Cho một cuộn dây dẫn điện tròn gồm 100 vòng quay đều quanh một trục thẳng đứng với vận tốc 50 vòng/s trong một từ trường đều B = 1tesla nằm ngang. Diện tích trung bình của cuộn dây là $25.10^{-4}\ m^2$. Lúc đầu (t = 0) mặt phẳng của cuộn dây vuông góc với từ trường B. Suất điện động cảm ứng tức thời (V) phát sinh ra trong cuộn dây khi quay là.

A. $E = 50\pi\sin 100\pi t$. B. $E = 25\pi\sin 100\pi t$

C. $E = 25\pi\cos 100\pi t$. D. $E = 25\pi\cos 100\pi t$

14.11. Trong đoạn mạch điện xoay chiều tần số f, có hiệu điện thế hiệu dụng U và chỉ chứa tụ điện điện dung C thì

A. cường độ hiệu dụng I tính bởi $I = 2\pi.f.U/C$.

B. cường độ dòng điện tức thời i qua tụ điện sớm pha $\pi/2$ so với u.

C. cường độ hiệu dụng i vuông pha so với hiệu điện thế hiệu dụng U.

D. tổng trở $Z = 2\pi.f.U/C$.

14.12. Trong đoạn mạch điện xoay chiều tần số f, có hiệu điện thế hiệu dụng U và chỉ chứa ống dây với độ từ cảm L có điện trở thuần r = 0 thì

A. hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu ống dây là $U = 2\pi.f.L.I$.

B. cường độ hiệu dụng I tăng khi cho thêm lõi sắt vào trong ống dây.

C. cường độ dòng điện i vuông pha so với u.

D. cường độ hiệu dụng $I = U.L/2\pi f$.

14.13. Chọn câu phát biểu **đúng** trong số các câu sau:

A. Dòng điện xoay chiều có thể dùng để mạ điện.

B. Tổng trở của đoạn mạch gồm ống dây L mắc nối tiếp với tụ điện C sẽ có giá trị nhỏ nhất khi $4\pi^2.f^2.L.C = 1$.

C. Sợi dây sắt căng ngang ở phía trên lõi sắt của ống dây có dòng điện xoay chiều tần số f sẽ bị dao động cưỡng bức với tần số f.

D. Nhiệt lượng tỏa ra ở điện trở R khi có dòng điện xoay chiều chạy qua được tính bởi công thức $Q = R.I_0^2.t$.

14.14. Nếu dòng điện xoay chiều có tần số f = 50Hz thì trong mỗi giây nó đổi chiều

A. 50 lần. B. 100 lần .

C. 150 lần. D. 220 lần.

14.15. Hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu một đoạn mạch điện xoay chiều là $u = 310\sin(100\pi t)$ (V). Thời điểm gần nhất sau đó là bao nhiêu để hiệu điện thế tức thời đạt giá trị 155V?

A. $\frac{1}{600}$ s B. $\frac{1}{60}$ s C. $\frac{1}{100}$ s D. $\frac{1}{150}$ s.

14.16. Một đèn ống được mắc vào mạng điện xoay chiều 220V–50Hz, hiệu điện thế mồi của đèn là 110V. Biết trong một chu kì đèn sáng hai lần và tắt hai lần. Khoảng thời gian một lần đèn tắt là

A. $\Delta t' = \frac{1}{300}$ s. B. $\Delta t' = \frac{1}{150}$ s.

C. $\Delta t' = \frac{2}{150}$ s. D. $\Delta t' = \frac{1}{50}$ s.

14.17. Giá trị của hiệu điện thế hiệu dụng trong mạng điện dân dụng

A. thay đổi từ –220V đến +220V.

B. thay đổi từ 0V đến +220V.

C. bằng 220V.

D. bằng $220\sqrt{2}$ V = 310V.

14.18. Hiệu điện thế hiệu dụng của mạng điện dân dụng bằng 220V. Giá trị biên độ của hiệu điện thế đó bằng

A. $U_m = 440V$. B. $U_m = 380V$.

C. $U_m = 311V$. D. $U_m = 240V$.

14.19. Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều được định nghĩa theo công thức nào?

A. $I_{hd} = I_0/2$. B. $I_{hd} = I_0/\sqrt{2}$.

C. $I_{hd} = \sqrt{2}\, I_0$. D. $I_{hd} = 2\, I_0$.

14.20. Đặt vào hai đầu một bàn là 200V – 1000W một hiệu điện thế xoay chiều $u = 200\sqrt{2}\sin(100\pi t)(V)$. Độ tự cảm của bàn là không đáng kể. Biểu thức mô tả cường độ dòng điện chạy qua bàn là có dạng

A. $i = 5\sin(100\pi t)$ (A). B. $i = 5\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (A).

C. $i = 5\sqrt{2}\sin(100\pi t - \frac{\pi}{2})$ (A). D. $i = 5\sin(100\pi t - \frac{\pi}{2})$ (A).

Chủ đề 15

MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU SƠ CẤP
MẠCH R, L, C MẮC NỐI TIẾP

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

1. Với các mạch xoay chiều sơ cấp (chỉ có một phần tử), tuỳ trường hợp cụ thể ta áp dụng các kiến thức sau:

– Đoạn mạch chỉ có điện trở R: $Z = R$

* u cùng pha với i $(\varphi = 0)$. * $R = \dfrac{U_0}{I_0}$ hay $\dfrac{U}{I}$

– Đoạn mạch chỉ có cuộn thuần cảm L: $Z = Z_L$

* u sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với i $(\varphi = \dfrac{\pi}{2})$. * $Z_L = L\omega = \dfrac{U_0}{I_0}$ hay $Z_L = \dfrac{U}{I}$

– Đoạn mạch chỉ có tụ điện C: $Z = Z_C$

* u trễ pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với i $(\varphi = -\dfrac{\pi}{2})$. $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{U_0}{I_0}$ hay $Z_C = \dfrac{U}{I}$

2. Với đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp, cường độ dòng điện hiệu dụng I qua các phần tử đều bằng nhau, lúc đó các giá trị hiệu dụng được xác định:

$$U_R = RI;\ U_L = Z_LI;\ U_C = Z_CI \text{ và } U_{AB} = Z_{AB}I$$

* Nếu cuộn dây vừa có điện trở thuần R_0 vừa có cảm kháng Z_L

$$\Rightarrow Z_{cd} = \sqrt{R_0{}^2 + Z_L^2}$$

* Nếu trong đoạn mạch gồm điện trở R, cuộn dây L và tụ C mắc nối tiếp.

$$Z = \sqrt{(R + R_0)^2 + (Z_L - Z_c)^2}$$

+ Trong mọi trường hợp, nên tính Z_L và Z_C khi đã có L và C trước, sau đó tính tổng trở Z, và nếu cuộn dây có điện trở R_0 thì phải tính Z_{cd}

+ Khi có hiện tượng đoản mạch qua phần tử nào thì có thể xem phần tử đó không có mặt trong đoạn mạch.

* Độ lệch pha giữa u và i được xác định từ biểu thức: $\operatorname{tg}\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R}$

Khi không cần để ý đến dấu góc lệch, có thể dùng công thức: $\cos\varphi = R/Z$

Các biểu thức u và i:

* Khi viết biểu thức của i cần phải tìm:

+ Độ lệch pha của i đối với u mà đề bài đã cho;

+ $I_m = \dfrac{U_m}{Z}$ với Z là tổng trở của toàn mạch.

* Khi viết biểu thức của u cần tìm:

+ Độ lệch pha của u hai đầu đoạn mạch so với i

+ $U_m = I_m Z$.

Từ chỗ biết được độ lệch pha và các giá trị cực đại, thế vào biểu thức ta được các biểu thức cần tìm.

* Cộng hưởng: $Z_C = Z_L$ hay $LC\omega^2 = 1 \Rightarrow Z = Z_{min} = R \Rightarrow I = I_{max} = \dfrac{U}{R}$

trong trường hợp này u và i cùng pha ($\varphi = 0$) $\Rightarrow U_L = U_C$ và $U = U_R$.

Để hiện tượng cộng hưởng xảy ra thì ta phải thay đổi L, C, hoặc f sao cho thoả mãn biểu thức: $L.C\omega^2 = 1 = L.C.4\pi^2f^2 = 1$

* Hai đoạn mạch mắc nối tiếp có hiệu điện thế cùng pha:

$$\varphi_1 = \varphi_2 \Rightarrow tg\varphi_1 = tg\varphi_2$$

* Hai đoạn mạch mắc nối tiếp có hiệu điện thế vuông pha:

$$\varphi_1 = \varphi_2 \pm \frac{\pi}{2} \Rightarrow tg\varphi_1 = -\frac{1}{tg\varphi_2}$$

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 15.1

Cho một mạch điện gồm một điện trở R, cuộn cảm L (điện trở không đáng kể) và tụ điện C mắc nối tiếp. Cho biết $R = 10\sqrt{3}\,\Omega$; $L = \dfrac{0,3}{\pi}H$; $C = \dfrac{10^{-3}}{2\pi}F$.

Đặt vào hai đầu mạch một hiệu điện thế $u = 100\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ *(V).*

a. Tính tổng trở của mạch điện?

b. Tìm biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch.

c. Tìm biểu thức của hiệu điện thế ở hai đầu điện trở, ở hai đầu cuộn cảm và ở hai đầu tụ điện.

d. Tính công suất tiêu thụ của mạch và hệ số công suất.

Bài giải:

Cho: $R = 10\sqrt{3}\,\Omega$; $L = \dfrac{0,3}{\pi}$ H; $C = \dfrac{10^{-3}}{2\pi}$ F.

$u = 100\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V).

Xác định: $Z = ?$; $i = ?$; $u_R = ?$; $u_L = ?$ và $u_C = ?$

$P = ?$ và $\cos\varphi = ?$

Phân tích: Đây là loại bài toán áp dụng định luật Ôm cho mạch điện xoay chiều và là dạng bài toán thuận: cho biết biểu thức của hiệu điện thế đặt vào mạch điện, tìm cường độ dòng điện và hiệu điện thế trên các phần tử.

Muốn viết được các biểu thức của dòng điện và hiệu điện thế cần xác định được độ lệch pha giữa các dòng điện và hiệu điện thế.

Giải

a. Ta có: $Z_L = \omega L = 100\pi.\frac{0,3}{\pi} = 300m$; $Z_C = \frac{1}{\omega C} = 20\Omega$.

Suy ra: $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 20\Omega$

b. Cường độ dòng điện hiệu dụng là: $I = \frac{U}{Z} = 5A$

Độ lệch pha giữa u và i:

$$tg\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi = 30^0 = \frac{\pi}{6}.$$

i trễ pha một góc $\frac{\pi}{6}$ so với u vì vậy biểu thức của cường độ dòng điện là

$$i = 5\sqrt{2}\ \sin(100\pi t - \frac{\pi}{6})\ (A)$$

c. Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu điện trở, ở hai đầu cuộn cảm và hai đầu tụ điện là: $U_R = IR = 86,5$ V; $U_L = IZ_L = 150V$; $U_C = IZ_C = 100V$

Biểu thức của hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở (cùng pha với i)

$$u_R = 86,5\sqrt{2}\ \sin(100\pi t - \frac{\pi}{6})\ (V)$$

Biểu thức hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn cảm (sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với i):

$$u_L = 150\sqrt{2}\sin(100\pi t + \frac{\pi}{3})\ (V)$$

Biểu thức hiệu điện thế giữa hai đầu tụ điện(trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với i):

$$u_L = 100\sqrt{2}\sin(100\pi t + \frac{2\pi}{3})\ (V)$$

d. Công suất tiêu thụ của mạch: $P = RI^2 = 432,5N$.

Hệ số công suất: $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = 0,866$

Lưu ý: cũng có thể tính theo công thức: $\cos\varphi = \frac{P}{UI}$.

Thí dụ 15.2

Người ta dùng một vôn kế (có điện trở rất lớn) và một điện trở đã biết: $R_0 = 100\Omega$ để xác định điện dung C của một tụ điện, điện trở thuần R và hệ số tự cảm L của một cuộn dây. Lần đầu mắc nối *tiếp tụ điện với cuộn dây vào một hiệu điện thế xoay chiều tần số 50Hz và đo các hiệu điện thế U ở hai đầu đoạn mạch, U_d ở hai đầu cuộn dây và U_C ở hai cực của tụ điện người ta thu được các giá trị: $U = 200V$; $U_d = 178,4V \approx 80\sqrt{5}V$ và $U_C = 200V$. Sau đó người ta mắc thêm một điện trở R_0 nối tiếp với tụ điện và cuộn dây vào mạch điện rồi đo hiệu điện thế U_C' giữa hai đầu tụ điện thì ta thu được giá trị: $U_C' = 148,6V \approx \dfrac{200\sqrt{5}}{3}V$. Hãy xác định:*

a. Giá trị của R, L, C tham gia trong mạch.

b. Nếu mắc thêm một ampe kế (có điện trở không đáng kể) vào mạch điện thì số chỉ của ampe kế trong hai lần đo trên là bao nhiêu ? Công suất tiêu thụ trong mỗi trường hợp là bao nhiêu ?

Bài giải:

Cho: $R_0 = 100\Omega$; $f = 50Hz$;: $U = 200V$; $U_d = 178,4V \approx 80\sqrt{5}V$;

$U_C = 200V$; $U_C' = 148,6V \approx \dfrac{200\sqrt{5}}{3}V$

Xác định: R = ?, L = ?, C = ?; I_1 = ?; I_2 = ?; P = ?

Phân tích: Đây là loại bài toán có tính chất thực nghiệm về mạch điện xoay chiều (dựa vào số liệu đo được từ thực nghiệm để xác định các đại lượng đặc trưng cho mạch điện). Khi áp dụng định luật Ôm cần chú ý rằng với cuộn dây ta có: $U_d = Z_d.I$, với Z_d là tổng trở cuộn dây được xác định từ công thức tổng quát về Z với chú ý rằng không có tụ điện ($Z_C = 0$) và với đoạn mạch thì R là điện trở toàn phần của mạch (trong lần đo thứ hai là $R_0 + R$). Về nguyên tắc, để giải được bài toán phải tận dụng tất cả các hệ thức đã biết về mạch điện xoay chiều, để lập được phương trình chứa các ẩn số cần tìm.

Giải

a. Trong lần đo thứ nhất ta có: $U_C = Z_C.I = 200V$

$U_d = Z_d.I$ với $Z_d = \sqrt{R^2 + Z_L^2}$, hay $\sqrt{R^2 + Z_L^2}\,I = 80\sqrt{5}V$

và $U = IZ = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}\,I = 200V$

Từ đó suy ra: $\left(\dfrac{R}{Z_C}\right)^2 + \left(\dfrac{Z_L}{Z_C}\right)^2 = \dfrac{4}{5}$ và $\left(\dfrac{R}{Z_C}\right)^2 + \left(\dfrac{Z_L}{Z_C} - 1\right)^2 = 1$

$$\Rightarrow \frac{Z_L}{Z_C} = \frac{2}{5} \text{ và } \frac{R}{Z_C} = \frac{4}{5}$$

Trong lần đo thứ hai ta có: $U_C' = Z_C.I' = \dfrac{200\sqrt{5}}{3}$ (V)

$$U = Z'I' = \sqrt{(R+R_0)^2 + (Z_L + Z_C)^2}\ I = 200V$$

Từ đó suy ra: $\dfrac{I'}{I} = \dfrac{U_C'}{U_C} = \dfrac{\sqrt{5}}{3} \Rightarrow \dfrac{Z'}{Z_C} = \sqrt{\left(\dfrac{R+R_0}{Z_C}\right) + \left(\dfrac{Z_L}{Z_C} - 1\right)^2} = \dfrac{3}{\sqrt{5}}$

$$\Rightarrow \frac{R+R_0}{Z_C} = \frac{6}{5}\text{. Hay } \frac{5}{6}(R+R_0) = \frac{5R}{4} \Rightarrow R = 2R_0 = 200\Omega$$

Mặt khác trong lần đo thứ nhất ta có:

$$\text{tg}\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{\dfrac{Z_L}{Z_C} - 1}{\dfrac{R}{Z_C}} = -\frac{3}{4} \Rightarrow Z_L - Z_C = -\frac{3}{4}R = -150$$

$$\Rightarrow \frac{3}{5}Z_C = 150 \Rightarrow Z_C = 250\Omega \Rightarrow C = \frac{1}{Z_C\omega} \approx 12{,}7\ \mu F$$

$$\text{và } Z_L = \frac{2Z_C}{5} = 100\ \Omega \Rightarrow L = 0{,}318H.$$

b. Trong lần đo thứ nhất: $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 250\Omega$

và do đó: $I = \dfrac{U}{Z} = 0{,}8$ A và $P = I^2R = 128W$.

Trong lần đo thứ hai: $Z' = \sqrt{(R+R_0)^2 + (Z_L + Z_C)^2} \approx 235\Omega$

Do đó: $I' = \dfrac{U}{Z'} = 0{,}42$ A và $P' = (R_0 + R)I'^2 \approx 53W$.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

15.3. Một mạch điện gồm điện trở thuần $R = 75\Omega$ mắc nối tiếp với cuộn cảm có độ tự cảm $L = \dfrac{5}{4\pi}(H)$, tụ điện có điện dung $C = \dfrac{10^{-3}}{5\pi}(F)$. Dòng điện xoay chiều chạy trong mạch có biểu thức: $i = 2\sin 100\pi t$ (A). Hãy xác định:

a. Cảm kháng, dung kháng và tổng trở của đoạn mạch.

b. Biểu thức hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu điện trở, giữa hai đầu cuộn cảm và giữa hai đầu tụ điện.

c. Độ lệch pha giữa hiệu điện thế và cường độ dòng điện

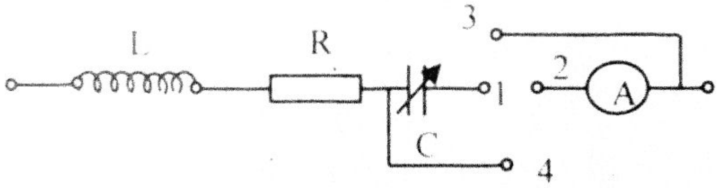
d. Biểu thức tức thời của hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch.

Đáp số: a. $Z_L = 125(\Omega)$, $Z_c = 50\Omega$; $Z = 75\sqrt{2}\,\Omega$

b. $u_R = 150\sin 100\pi t$; $u_L = 250\sin(100\pi t + \pi/2)$. $u_C = 100\sin(100\pi t - \pi/2)$

c. $\varphi = \pi/4$ rad; d. $u = 150\sqrt{2}\sin(100\pi t + \pi/4)$ (V)

15.4. Cho mạch điện như hình 4.1, $u_{MN} = 240\sqrt{2}\sin(100\pi t)$, điện trở thuần của cuộn cảm bằng 0, điện trở R = 120Ω, điện trở ampe kế không đáng kể.



Hình 4.1

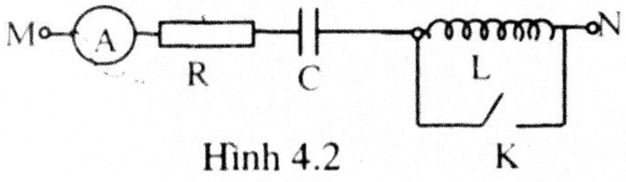
a. Nối 1 và 3, 2 và 4 để hở, ampe kế chỉ 1,6A. Xác định tổng trở của đoạn mạch MN.

b. Nối 1 vào 3 và 2 vào 4 ampe kế chỉ 1,2 A. Xác định độ tự cảm của cuộn dây.

c. Mắc như câu b, thay ampe kế bằng vôn kế có điện trở vô cùng lớn. Điều chỉnh giá trị điện dung C của tụ điện ta thấy khi $C = C_x$ chỉ số vôn kế chỉ cực đại. Xác định C_x và chỉ số của vôn kế trong trường hợp này.

Đáp số: a. $Z_{MN} = 150\Omega$; b. L = 0,51H; c. $C_x = 3.10^{-5}$(F)

15.5. Cho mạch điện xoay chiều như hình 4.2, A là ampe kế nhiệt (có điện trở không đáng kể), cuộn dây thuần cảm có hệ số tự cảm L, điện trở R = 100Ω, tụ điện có điện dung $C = 18{,}5\mu F \approx \dfrac{10^{-4}}{\sqrt{3}\pi}$ F. Đặt vào hai đầu M và N của mạch điện một hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi và có biểu thức: $u_{MN} = 70{,}7\sin 314t$ (V) $\approx 50\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V). Khi K đóng hay khi K mở chỉ số của ampe kế không thay đổi. Xác định:



Hình 4.2

a. Hệ số tự cảm L của cuộn cảm tham gia trong mạch.

b. Số chỉ của ampe kế trong các trường hợp nói trên.

c. Biểu thức của cường độ dòng điện tức thời trong mạch.

Đáp số: a. L = 1,1H; b. I = 0,25A;

c. $i \approx 0{,}354\sin(314t + 1{,}05)$ (A)

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

15.6. Một cuộn dây thuần cảm, có độ tự cảm $L = 2/\pi H$, mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung $C = 31,8\mu F$. Biết hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn dây có dạng $u = 100\sin(100\pi t + \pi/6)$ (V). Biểu thức hiệu điện thế hai đầu tụ điện là

A. $u = 50\sin(100\pi t - 5\pi/6)$.
B. $u = 50\sin(100\pi t + 5\pi/6)$.
C. $u = 100\sin(100\pi t - \pi/3)$.
D. $u = 100\sin(100\pi t + \pi/3)$.

15.7. Một đoạn mạch gồm dung kháng $Z_C = 100\Omega$ và cuộn dây có cảm kháng $Z_L = 200\Omega$ mắc nối tiếp nhau. Hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn cảm có dạng: $u_L = 100\sin(100\pi t + \pi/6)$(V). Biểu thức hiệu điện thế ở hai đầu tụ điện là

A. $u_C = 100\sin(100\pi t - \pi/2)$ (V).
B. $u_C = 100\sin(100\pi t + \pi/6)$ (V).
C. $u_C = 50\sin(100\pi t - \pi/3)$ (V).
D. $u_C = 50\sin(100\pi t - 5\pi/6)$ (V).

15.8. Một cuộn dây có độ tự cảm L có cảm kháng là Z_L trong một mạch điện xoay chiều có cường độ hiệu dụng là I. Cuộn dây được chế tạo bằng một vật liệu siêu dẫn nên có không có điện trở. Mức công suất phân tán trong cuộn dây là

A. $P = 0$.
B. $P = I.Z_L$.
C. $P = I^2.Z_L$.
D. $P = I.\ Z^2_L$

15.9. Một vôn kế trong một mạch điện chỉ 50V và một ampe kế mắc nối tiếp chỉ 5A. Công suất tiêu thụ trong mạch

A. nhỏ hơn hay bằng 250W.
B. bằng 250W
C. lớn hơn hay bằng 250 W.
D. có thể nhỏ hơn, bằng hay lớn hơn 250W.

15.10. Trở kháng của một cuộn dây có độ tự cảm L = 1,0mH trong một mạch điện có tần số 5,0kHz thì bằng

A. $Z_L = 3,1\Omega$.
B. $Z_L = 6,3\Omega$.
C. $Z_L = 10\Omega$.
D. $Z_L = 31\Omega$

15.11. Một dòng điện 0,5A chạy vào một nam châm điện có điện trở không đáng kể, khi nó nối với một nguồn điện xoay chiều 120V– 60Hz (cảm kháng) của nam châm là

A. L = 0,011mH.
B. L = 0,16H.
C. L = 0,64H.
D. L = 0,24kH

15.12. Dung kháng của một tụ điện có điện dung $C = 5,0\mu F$ trong một mạch điện xoay chiều có tần số 20 kHz thì bằng

A. $Z_C = 0,63\ \Omega$.
B. $Z_C = 1,6\ \Omega$.
C. $Z_C = 5,0\ \Omega$.
D. $Z_C = 16\ \Omega$.

15.13. Một tụ điện có $C = 2,0\mu F$ mắc nối tiếp vào một nguồn điện 50V– 400Hz, dòng điện qua mạch điện đó bằng

A. $I = 0,20mA$. B. $I = 0,25$ A. C. $I = 2,5$ A. D. $I = 3,5$ A

15.14. Một mạch điện có R, L, C mắc nối tiếp vào nguồn điện xoay chiều tần số f. Điện thế hiệu dụng của mạch gồm các thành phần $U_R = 10V$, $U_c = 20V$, $U_L = 14V$. Hiệu điện thế hiệu dụng của nguồn điện bằng

A. $U = 8V$. B. $U = 12V$. C. $U = 16V$. D. $U = 5V$.

15.15. Trong một mạch R, L, C mắc nối tiếp với $R = 10,0\ \Omega$, $Z_L = 8.0\Omega$, $Z_C = 6\Omega$; khi tần số là f thì tổng trở tương ứng với tần số đó là

A. $Z = 10,2\ \Omega$. B. $Z = 12\ \Omega$.

C. $Z = 24\ \Omega$. D. $Z = 104\ \Omega$.

15.16. Tần số cộng hưởng của mạch điện có chứa cuộn cảm L = 50mH và một tụ điện $C = 0,21\ \mu F$ có trị số bằng

A. $f_c = 15,7$ kHz. B. $f_c = 10$ kHz.

C. $f_c = 63$ kHz. D. $f_c = 1,57$ MHz.

15.17. Một cuộn cảm nối với một nguồn điện 120V, cho một dòng điện 0,50 A và công suất 50W. Nếu một tụ điện được mắc nối tiếp sao cho hệ số công suất bằng 1, mạch điện sẽ có một công suất bằng

A. $P = 50$ W. B. $P = 60$ W.

C. $P = 72$ W. D. $P = 100$ W.

15.18. Một tụ điện 2,0 μF, một cuộn cảm 5,0 mH và một điện trở 30,0 Ω được mắc nối tiếp với một nguồn điện 100V - 1,0 kHz. Cường độ dòng điện trong mạch đó là

A. $I = 1,76A$. B. $I = 2,65A$.

C. $I = 3,33A$. D. $I = 5,50A$

15.19. Một hiệu điện thế xoay chiều 30V có tần số 60Hz được áp vào hai cực của một mạch điện mắc nối tiếp gồm một điện trở $R = 134\Omega$, tụ điện $C = 50\mu F$ và cuộn cảm $L = 0,318H$. Góc lệch pha của dòng điện i và điện thế là φ với tgφ có trị số bằng

A. $tg\varphi = 0,17$. B. $tg\varphi = 0,34$.

C. $tg\varphi = 0,50$. D. $tg\varphi = 0,68$

15.20. Một cuộn dây có độ tự cảm $L = 0,32H$. Tổng trở của cuộn cảm đó khi có một dòng điện xoay chiều có tần số 1000 Hz chạy qua là

A. $Z = 2210,6\ \Omega$. B. $Z = 3125,6\ \Omega$.

C. $Z = 2010,6\ \Omega$. D. $Z = 3200,6\ \Omega$

15.21. Mạch điện có một điện trở $R = 90\Omega$ ghép nối tiếp với một cuộn cảm $L = 0,318H$ và một tụ điện $C = 50\mu F$, tần số 60Hz. Nếu áp vào hai đầu mạch này hiệu điện thế $U = 30V$ thì tổng trở của mạch điện có giá trị gần với số nào sau đây.

A. $Z = 121\ \Omega$. B. $Z = 100\ \Omega$. C. $Z = 95\ \Omega$. D. $Z = 112\ \Omega$.

15.22. Một dòng điện xoay chiều có tần số 50 Hz chạy qua một mạch điện trở $R = 20\ \Omega$. Nếu cường độ hiệu dụng của dòng điện là $I = 1{,}41A$ thì biểu thức của hiệu thế tức thời giữa hai đầu điện trở R là

A. $u = 20 \sin 50\pi.t$. B. $u = 40 \sin 100\pi.t$.

C. $u = 20.2^{1/2}\sin 100\pi.t$. D. $u = 40.2^{1/2} \sin(100\pi.t - \pi/2)$

15.23. Cho một dòng điện xoay chiều chạy qua một cuộn cảm có độ tự cảm $L = 0{,}318H$. Nếu hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn dây là $u = 120\sin 100\pi.t$ thì biểu thức của dòng điện tức thời là

A. $i = 1{,}2\sin 100\pi.t$. B. $i = 12\sin(100\pi.t - \pi/2)$

C. $i = 1{,}2 \sin(100\pi.t - \pi/2)$. D. $i = -1{,}2\cos 100\pi.t$

15.24. Trong một mạch điện L, R dòng điện sẽ chậm đạt đến cực đại khi

A. L nhỏ. B. L lớn.

C. $L = 0$. D. Không có điều nào đúng.

15.25. Dòng điện trong đoạn mạch L, R, C sẽ đạt cực đại khi

A. $L = C$. B. $Z_L = Z_c$.

C. $L = R = C$. D. Tần số dòng điện lớn nhất.

15.26. Góc lệch pha giữa hiệu điện thế và dòng điện qua điện trở kháng là

A. $\varphi = 180^0$. B. $\varphi = 90^0$. C. $\varphi = 60^0$. D. $\varphi = 0^0$

Chủ đề 16 TÍNH TOÁN MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU BẰNG PHƯƠNG PHÁP GIẢN ĐỒ FRE-NEN

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Phương pháp dùng giản đồ véctơ để giải bài toán xoay chiều dựa trên các cơ sở:

+ Mỗi đại lượng xoay chiều được đặt bằng một véctơ (vectơ Fre-nen) có độ dài tỉ lệ với giá trị hiệu dụng của đại lượng đó.

+ Véctơ Fre-nen được vẽ trong mặt phẳng pha, có gốc và chiều dương của pha để tính góc pha.

+ Góc giữa hai véc tơ Fre-nen bằng độ lệch pha giữa hai đại lượng đó.

+ Phép cộng đại số giữa các đại lượng xoay chiều thay thế bằng phép tổng hợp các véctơ Fre-nen tương ứng.

+ Chọn gốc pha là véctơ cường độ dòng điện I đối với mạch mắc nối tiếp và véctơ U với mạch mắc song song.

+ Các thông tin về các đại lượng xoay chiều được hoàn toàn xác định từ kết quả tính toán trên giản đồ véctơ.

Các bước giải toán:

+ Chọn trục gốc là trục dòng điện, sử dụng các điều kiện về pha của u và i trên từng đoạn mạch. Dựa vào giản đồ xác định được:

$$U^2 = U_R{}^2 + (U_{OL} - U_{OC})^2$$

$$tg\varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} \text{ và } \cos\varphi = \frac{U_R}{U}$$

+ Khi vẽ các véctơ cần lưu ý đến tỉ lệ giữa độ dài các véctơ với các giá trị độ lớn theo đề bài và độ lệch pha của chúng. Dựa vào các định lí hàm số sin, cosin, Pitago hoặc các tính chất của tam giác để xác định các đại lượng theo yêu cầu bài toán.

+ Sau khi vẽ giản đồ véctơ, cần xác định xem góc α nào không đổi để tính tgα sau đó xét tam giác có cạnh biểu diễn giá trị cần tìm, trong đó có một góc không đổi đối diện với cạnh không đổi, dùng định lí hàm số sin để tính và biện luận (lưu ý: có thể dùng công cụ đạo hàm).

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 16.1

Công suất cơ học của động cơ xoay chiều 7,5KW và hiệu suất 80%. Mắc động cơ này nối tiếp với một cuộn cảm rồi mắc chúng vào mạng điện xoay chiều. Biết rằng: dòng điện qua động cơ có cường độ hiệu dụng 40A và trễ pha hơn so với U_M một góc π/6. Giá trị hiệu dụng của hiệu điện thế U_M ở hai đầu động cơ 270 V.

a. Khi hiệu điện thế hiệu dụng U_L = 125V và sớm pha hơn π/3 so với dòng điện chạy qua cuộn cảm. Xác định giá trị hiệu điện thế hiệu dụng của mạng điện.

b. Xác định độ lệch pha giữa hiệu điện thế và dòng điện.

Bài giải

Cho: P = 7,5kW; H = 80%; I = 40A;

$\underline{\varphi_{ui} = \pi/6;\ U_M = 270V;\ U_L = 125V;\ \varphi_L = \pi/3}$

Xác định: a. U_M; b. φ_M = ?

Phân tích: Đây là loại bài toán có thể giải bằng các phương pháp như: phương pháp đại số hoặc phương pháp lượng giác, bằng cách dựa vào định luật Ôm: $U_M = IZ_M = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+(Z_L+Z_C)^2}}.Z_M$. Tuy nhiên bài toán có thể được giải đơn giản hơn nhiều bằng phương pháp giản đồ véctơ. Căn cứ vào dữ kiện cho trong đề để tiến hành tính toán (các độ lệch pha, các hiệu điện thế..) và vẽ giản đồ véctơ. Dựa vào giản đồ để lập luận và tính toán rút ra các kết quả theo yêu cầu bài toán

Giải

a. Vì mắc nối tiếp giữa động cơ và cuộn cảm nên hiệu điện thế hiệu dụng của mạng điện là: $\vec{U} = \vec{U}_M + \vec{U}_L$. Lấy trục chuẩn là trục dòng điện, giản đồ véctơ của phương trình trên như hình vẽ 4.3.

Từ giản đồ véc tơ:

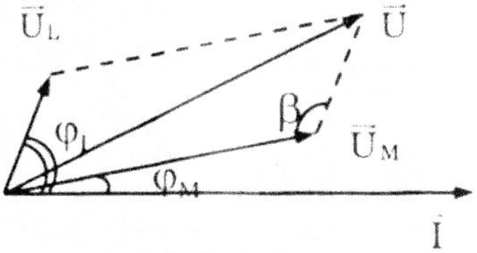
$$U^2 = U^2_M + U^2_L + 2U_MU_L\cos\beta \Rightarrow U^2 = U^2_M + U^2_L + 2U_MU_L\cos(\varphi_L - \varphi_M)$$

Thay số vào ta có U = 383V.

b. Độ lệch pha giữa hiệu điện thế và dòng điện

Ta có: $U\cos\varphi = U_L\cos\varphi_L + U_M\cos\varphi_M$

$$\Rightarrow \cos\varphi = \frac{U_L\cos\varphi_L + U_M\cos\varphi_M}{U}$$



Hình 4.3

Thay số vào ta được: $\cos\varphi = 0{,}773 \Rightarrow \varphi = 39^0 = 39\pi/180$ rad.

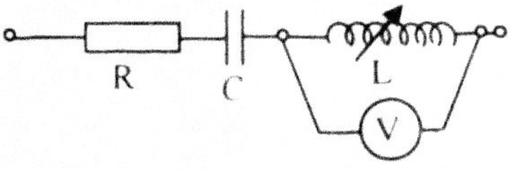
Đáp số: a. U = 383V; b. $\varphi = 39^0 = 39\pi/180$ rad

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

16.2. Cho mạch điện như hình 4.4. Biết $U_{AB} = U$ = const; R, C, ω không đổi. Điều chỉnh L để số chỉ vôn kế cực đại. Hãy xác định:

a. Giá trị của độ tự cảm L tham gia trong mạch

b. Số chỉ của vôn kế trong trường hợp này.



Hình 4.4

Đáp số: a. $L = \dfrac{R^2 + Z_C^2}{\omega Z_C}$; b. $U_{L\max} = \dfrac{U}{Z}\sqrt{R^2 + Z_C^2}$.

16.3. Một động cơ xoay chiều sản ra một công suất cơ học 7,5KW và có hiệu suất 80%. Mắc động cơ này nối tiếp với một cuộn cảm rồi mắc chúng vào mạng điện xoay chiều. Hãy xác định:

a. Điện năng tiêu thụ của động cơ trong 1 giờ.

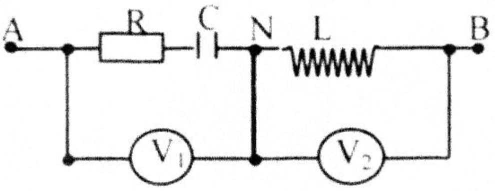
b. Biết rằng dòng điện qua động cơ có cường độ hiệu dụng 40A và trễ pha hơn so với U_M một góc $\pi/6$. Xác định giá trị hiệu dụng của hiệu điện thế U_M ở hai đầu động cơ.

c. Khi hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn cảm có giá trị hiệu dụng U_L là 125V và sớm pha hơn $\pi/3$ so với dòng điện chạy qua cuộn cảm. Xác định hiệu điện thế hiệu dụng của mạng điện

d. Độ lệch pha giữa hiệu điện thế và dòng điện.

Đáp số: a. A = 9375 (Wh). b. $U_M = 270$ V;
c. U = 383 V; d. $\varphi = 39\pi/180$ rad.

16.4. Cho mạch điện như hình 4.5. Hiệu điện thế giữa hai điểm A và B có dạng: $u_{AB} = 100\sqrt{3}\sin(100\pi t)$ (V). Số chỉ của các vôn kế V_1 và V_2 lần lượt là $U_1 = 100\sqrt{3}$ (V) và $U_2 = 50\sqrt{2}$ (V). Công suất tiêu thụ trong đoạn mạch là: $P = 100\sqrt{2}$ (W). Xác định:



Hình 4.5

a. Hệ số công suất của mạch.

b. Giá trị điện trở R tham gia trong mạch.

c. Giá trị L tham gia trong mạch.

d. Giá trị của tụ C tham gia trong mạch.

Đáp số: a. $\cos\varphi = \sqrt{\dfrac{2}{3}}$; b. $R = 50\sqrt{2}$ (Ω). c. $L = \dfrac{1}{2\pi}$ (H). d. $C = \dfrac{10^{-4}}{\pi}$ (F).

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

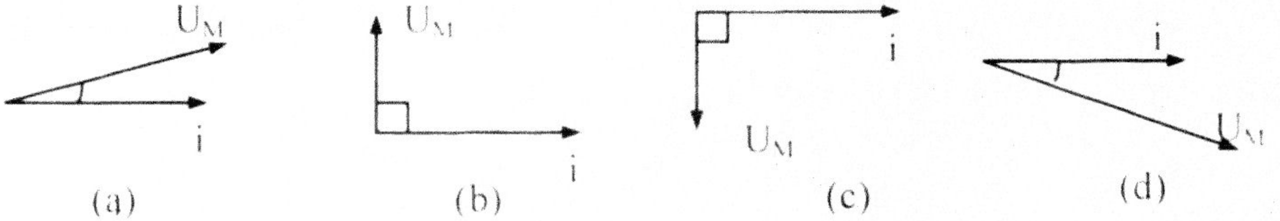
16.5. Một mạch RLC mắc nối tiếp, lần lượt gọi U_{R0}; U_{Lo}; và U_{Co} là hiệu điện thế cực đại giữa hai đầu điện trở, cuộn dây và tụ điện. Biết $2U_{R0} = U_{Lo} = 2U_{Co}$. Dùng giản đồ Fre-nen, độ lệch pha giữa dòng điện và hiệu điện thế xác định được là

A. u sớm pha hơn i một góc $\pi/4$. B. u chậm pha hơn i một góc $\pi/4$.

C. u sớm pha hơn i một góc $\pi/3$. D. u chậm pha hơn i một góc $\pi/4$.

16.6. Chọn giản đồ véctơ Fre-nen biểu thị đúng hiệu điện thế trong đoạn mạch chứa ống dây có điện trở thuần r, trong số các giản đồ a, b, c, d của hình 4.6. Chọn đáp án **đúng**:

A. Giản đồ b; B. Giản đồ c; C. Giản đồ a; D. Giản đồ d



Hình 4.6

16.7. Một ống dây có L và R mắc nối tiếp với một tụ điện điện dung C vào nguồn điện có hiệu điện thế là $u = 1202\sin 314t$. Ampe kế trong mạch chỉ $I = 2,0A$. Ba vôn kế mắc giữa hai đầu ống dây, giữa hai đầu tụ điện và giữa 2 cực nguồn chỉ cùng giá trị. Cho biết $\sqrt{3}/2 = 0,866$. Kết quả nào dưới đây là SAI.

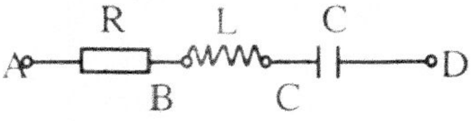
A. Điện dung của tụ điện $C = 5,3.10^{-5}F$.

B. Khi thay tụ điện có điện dung $C' = 2C$ thì cường độ hiệu dụng có giá trị cực đại và hiệu điện thế giữa 2 đầu tụ điện là $U'_C = 9,8V$.

C. Điện trở của ống dây là $R = 52\Omega$

D. Độ tự cảm của ống dây là $L = 0,096H$.

16.8. Cho biến trở R, cuộn dây có r = 0 và có L thay đổi được nhờ di chuyển lõi sắt, bộ tụ điện có điện dung C thay đổi được, nguồn điện có U và ω không đổi. Mắc R, L và C theo sơ đồ như hình vẽ 4.7.



Hình 4.7

Tìm câu kết luận SAI trong những câu dưới đây:

A. Khi mắc nguồn vào 2 điểm A và D rồi thay đổi L thì thấy U_{CD} thay đổi. U_{CD} đạt giá trị số cực đại khi có $C = L/(R^2 - \omega^2 l_2)$

B. Khi mắc nguồn vào 2 điểm A và D rồi thay đổi L hay C thì thấy I thay đổi. I đạt trị số cực đại khi có $C = 1/L\omega^2$.

C. Khi mắc nguồn vào 2 điểm A và D rồi thay đổi C thì thấy U_{AC} thay đổi. U_{AC} đạt trị số cực đại khi có $C = L/(R^2 - \omega^2 l_2)$

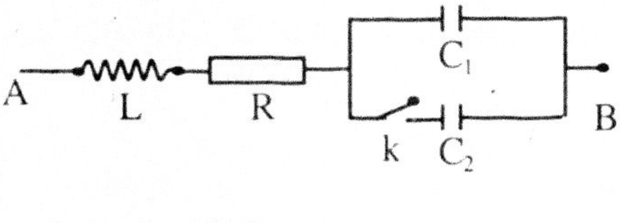
D. Khi mắc nguồn vào hai điểm A và C rồi thay đổi l hay R thì thấy U_{AB} và I đều thay đổi. Công suất tỏa nhiệt ở R đạt trị số cực đại khi $R = \omega.L$ và được tính bởi $P'_{AC} = U'_{AC}/2\omega L$.

16.9. Một mạch điện xoay chiều như hình 4.8: $u_{AB} = 200\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V) $L = \dfrac{\sqrt{3}}{\pi}$(H), $R = 100\Omega$, khi k mở cường độ hiệu dụng là I_1 còn khi k đóng cường độ hiệu dụng là $I_2 = \sqrt{3}\,I_1$ và dòng điện có pha thay đổi là π/2 so với khi k đóng.

a. Các giá trị C_1, C_2 tham gia trong mạch là

A. $C_1 = \dfrac{10^{-2}}{2\sqrt{3}\pi}(F)$; $C_2 = \dfrac{10^{-2}}{\sqrt{3}\pi}(F)$.

B. $C_1 = \dfrac{10^{-4}}{2\sqrt{3}\pi}(F)$; $C_2 = \dfrac{10^{-4}}{2\sqrt{3}\pi}(F)$.



Hình 4.8

C. $C_1 = \dfrac{10^{-4}}{\sqrt{3}\pi}(F)$; $C_2 = \dfrac{10^{-4}}{\sqrt{3}\pi}(F)$.

D. $C_1 = \dfrac{10^{-4}}{2\sqrt{3}\pi}(F)$; $C_2 = \dfrac{10^{-4}}{\sqrt{3}\pi}(F)$.

b. Các giá trị I_1, I_2 chạy trong mạch trong các trường hợp trên là

A. $I_1 = 5$ (A); $I_2 = \sqrt{3}$ (A). B. $I_1 = 5$(A); $I_2 = 3$(A).

C. $I_1 = 10$ (A); $I_2 = \sqrt{3}$ (A). D. $I_1 = 1$(A); $I_2 = \sqrt{3}$ (A).

c. Cường độ tức thời $i_1(t)$ và $i_2(t)$ sẽ là

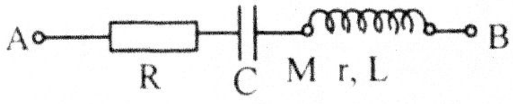
A. $i_1(t) = \sin(100\pi t + \pi/3)$; $i_2(t) = \sin(100\pi t - \pi/6)$.

B. $i_1(t) = \sqrt{2}\sin(100\pi t + \pi/3)$; $i_2(t) = \sin(100\pi t - \pi/6)$

C. $i_1(t) = \sin(100\pi t - \pi/3)$; $i_2(t) = \sqrt{6}\sin(100\pi t - \pi/6)$

D. $i_1(t) = \sqrt{2}\sin(100\pi t + \pi/3)$; $i_2(t) = \sqrt{6}\sin(100\pi t - \pi/6)$.

16.10. Cho mạch như hình vẽ 4.9, điện trở $R = 50\Omega$, điện dung của tụ điện $C = \dfrac{2}{\pi}10^{-4}(F)$, cuộn dây có hệ số tự cảm L và điện trở thuần r. Biết các hiệu điện thế tức thời:



Hình 4.9

$$u_{AM} = 80\sin(100\pi t)\ (V) \text{ và } u_{MB} = 200\sqrt{2}\sin(100\pi t + \frac{7\pi}{12})(V)$$

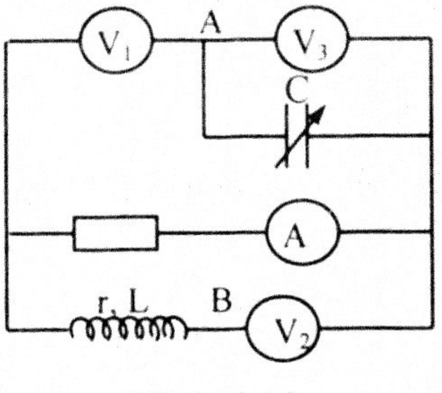
Xác định các giá trị điện trở R và độ tự cảm L.

Chọn đáp án **đúng**:

A. $R = 50\Omega$; L = 6,9 H. B. $R = 500\Omega$; L = 69 H.

C. $R = 50\Omega$; L = 69 H. D. $R = 50\ \Omega$; L = 0,69 H.

16.11. Cho mạch điện như hình 4.10. Đặt vào hai đầu A và B một hiệu điện thế xoay chiều $u = U\sqrt{2}\sin(100\pi t)(V)$, người ta thấy số chỉ của các vôn kế V_1, V_2 và ampe kế chỉ lần lượt như sau: 80(V), 120(V), 2(A) (coi điện trở các vôn kế là rất lớn và các ampe kế là rất nhỏ). Biết rằng hiệu điện thế hai đầu V_3 trễ pha so với hiệu điện thế hai đầu V_1 một góc 30^0, hiệu điện thế hai đầu các vôn kế V_1 và V_2 lệch pha nhau một góc 120^0.



Hình 4.10

a. Các giá trị R và r tham gia trong mạch là

A. $R = 20\Omega$; $r = 200\Omega$; B. $R = 20\Omega$; $r = 10\Omega$.

C. $R = 200\Omega$; $r = 10\Omega$; D. $R = 20\Omega$; $r = 100\Omega$.

b. Điện dung của tụ điện là

A. $C = 9{,}2\mu F$. B. $C = 92\mu F$.

C. $C = 2{,}9\mu F$. D. $C = 29\mu F$

c. Giá trị của hiệu điện thế toàn mạch là

A. $U = 60\sqrt{3}$ (V). B. $U = 40\sqrt{3}$ (V).

C. $U = 40\sqrt{2}$ (V). D. $U = 60\sqrt{2}$ (V).

d. Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch có dạng

A. $i = 2\sqrt{2}\sin(10\pi t)$ (A). B. $i = 2\sqrt{2}\sin(100\pi t - \frac{\pi}{6})$ (A).

C. $i = \sqrt{2}\sin(10\pi t - \frac{\pi}{6})$ (A). D. $i = \sqrt{2}\sin(100\pi t - \frac{\pi}{6})$ (A).

Chủ đề 17

ĐIỆN NĂNG TIÊU THỤ TRONG MỘT MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU – HỆ SỐ CÔNG SUẤT

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Đối với mạch xoay chiều, điện năng (công suất) tiêu thụ trong toàn mạch bằng tổng công suất tiêu thụ trên các điện trở thuần R. Để xác định độ lớn của công suất ta có thể dùng biểu thức:

$P = UI\cos\varphi$ hoặc biểu thức $P = RI^2$

trong đó: $\cos\varphi = R/Z$ là hệ số công suất

Lưu ý:

* Khi mạch có cộng hưởng $\cos\varphi = 1$ và $P = P_{max}$

$$I_{max} = \frac{U}{Z_{max}} = \frac{U}{R} \text{ và } Z_L = Z_C \Rightarrow L.C.\omega^2 = 1$$

($\varphi = 0$: hiệu điện thế hai đầu mạch cùng pha với cường độ dòng điện i)

* Khi thay đổi R để công suất mạch đạt giá trị cực đại:

$$R = |Z_L - Z_C| \Rightarrow P_{max} = \frac{U^2}{2R} \text{ và } \cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

* Để tính độ lệch pha φ ta sử dụng: $\text{tg}\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}$ $(Z = R/\cos\varphi)$

* Cường độ hiệu dụng I và hiệu điện thế hiệu dụng U:

$$I = \frac{U_R}{R} = \frac{U_L}{Z_L} = \frac{U_C}{Z_C} \text{ và } \frac{U}{Z} = \frac{U_1}{Z_1}$$

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 17.1

Một đoạn mạch điện xoay chiều bao gồm một điện trở thuần $R = 90\Omega$, một cuộn dây có điện trở $R_d = 10\Omega$ và hệ số tự cảm $L = \frac{1}{\pi} H$ và một tụ điện $C = \frac{2}{\pi}.10^{-4} F$ mắc nối tiếp. Biết dòng điện chạy qua có cường độ tức thời cho bởi hệ thức: $i = 2\sin 100\pi t$ (A). Lập biểu thức của các hiệu điện thế tức thời giữa:

a. Hai đầu đoạn mạch và giữa hai đầu điện trở R.

b. Giữa hai đầu cuộn cảm và giữa hai đầu tụ điện.

c. Tính công suất tiêu thụ trên cuộn dây.

Bài giải:

Cho: $R = 90$; $R_d = 10\Omega$; $L = \frac{1}{\pi} H$;

$C = \frac{2}{\pi}.10^{-4} F; i = 2\sin 100\pi t$ (A)

Xác định: $u = ?$; $u_R = ?$; $u_L = ?$ và $u_C = ?$; $P = ?$

Phân tích: Đây là dạng bài toán xác định biểu thức các hiệu điện thế trong mạch khi biết biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch. Cần chú ý: để lập được biểu thức của hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn dây cần tính Z_d và φ_d (vì cuộn dây có điện trở nên $\varphi_d \neq \frac{\pi}{2}$).

Giải

Ta có: $Z_L = \omega L = 100\pi.\frac{1}{\pi} = 100\Omega$ và $Z_C = \frac{1}{\omega C} = 50\Omega$.

Suy ra tổng trở của đoạn mạch: $Z = \sqrt{(R + R_d)^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 112\ \Omega$

Vậy: $U_0 = ZI_0 = 224$ V

Độ lệch pha giữa u và i: $\text{tg}\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R + R_d} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = 0,463$ rad.

Biểu thức hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu đoạn mạch:

$$u = 224\sin(100\pi t + 0,463)\ (V)$$

Ta có: $U_{0R} = RI_0 = 180\ V \Rightarrow u_R = 180\sin(100\pi t)\ (V)$

Ta có: $U_{0C} = Z_C I_C = 200V \Rightarrow U_C$ trễ pha góc $\frac{\pi}{2}$ so với i

$$\Rightarrow u_C = 200\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)\ (V)$$

Ta có: $Z_d = \sqrt{R_d^2 + Z_L^2} = 100,5\ \Omega$; $U_{0d} = Z_d . I_0 = 201$ V.

$$tg\varphi_d = \frac{Z_L}{R} = 10 \Rightarrow \varphi_d = 1,52 \text{ rad}$$

Suy ra: $u_d = 201 \sin(100\pi t + 1,52)$ (V)

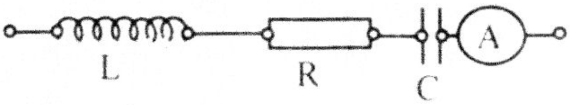
Công suất tiêu thụ ở cuộn dây: $P_d = R_d I^2 = 20W$.

Đáp số: $u = 224 \sin(100\pi t + 0,463)$ (V); $u_R = 180 \sin(100\pi t)$ (V).

$u_C = 200\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (V); $u_d = 201 \sin(100\pi t + 1,52)$ (V) và P = 20W

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

17.2. Cho mạch điện như hình 4.11. Biết $u_{AB} = 200\sin 100\pi t$ (V), cuộn cảm có $L = \frac{1}{\pi}$ H, ampe kế A có điện trở không đáng kể; A chỉ 2A và hệ số công suất của mạch điện là $\frac{\sqrt{2}}{2}$.



Hình 4.11

Để công suất tiêu thụ của đoạn mạch điện lớn nhất, mắc thêm vào mạch một tụ điện C_2, lúc này ampe kế chỉ giá trị A. Xác định:

a. Giá trị điện trở R.

b. Điện dung của C_1.

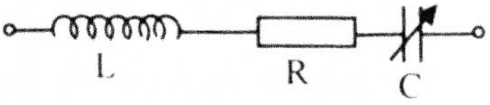
c. Giá trị của điện dung của C_2 để có cộng hưởng xảy ra

d. Giá trị cường độ dòng điện khi đó

Đáp số: a. $R = 50\Omega$; b. $C_1 = 63,7\mu F$ hoặc $C_1 = 21,2\mu F$.

c. $C_2 = 63,7\ \mu F$ hoặc $C_2 = 10,6\mu F$; d. $I = 2\sqrt{2}$ A

17.3. Cho mạch điện như hình vẽ 4.12: $L = 1/\pi$ H, hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch $u_{AB} = 200\sin 100\pi t$ (V). Tụ điện có thể thay đổi. Khi cho $C = 10^{-4}/2\pi$ (F) thì dòng điện qua mạch nhanh pha hơn u_{AB} một góc là $\pi/4$. Biết cuộn dây thuần cảm. Xác định:



Hình 4.12

a. Giá trị của điện trở thuần R.

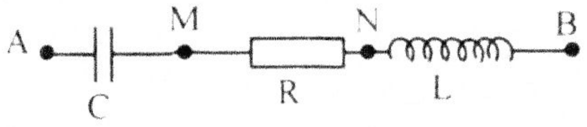
b. Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch.

c. Công suất P cực đại tiêu thụ trong mạch.

Đáp số: a. $R = 100\Omega$; b. $i = \sqrt{2}\sin(100\pi t - \pi/4)$.

c. $P_{max} = 200W$ ($0 \rightarrow 200W \rightarrow 100W$)

17.4. Cho mạch điện xoay chiều như hình 4.13. Giá trị hiệu dụng của các hiệu điện thế $U_{AN} = 150V$ và $U_{MB} = 200V$. Biết u_{AN} và u_{MB} lệch pha nhau góc $\frac{\pi}{2}$. Biểu thức dòng điện qua mạch: $i = 2\sin(120\pi t - \frac{\pi}{6})$ (A), cuộn dây thuần cảm. Hãy xác định:



Hình 4.13

a. Giá trị R tham gia trong mạch. b. Giá trị C tham gia trong mạch.

c. Giá trị L tham gia trong mạch. d. Công suất tiêu thụ của mạch.

e. Biểu thức hiệu điện thế tức thời trên hai đầu đoạn mạch AB.

Đáp số: a. $R = 60\sqrt{2}\,\Omega$; b. $C = \frac{10^{-2}}{54\sqrt{2}\pi}$ (F); c. $L = \frac{2\sqrt{2}}{3\pi}$ (H);

d. $P = 120\sqrt{2}$ W; e. $u_{AB} = 196{,}46\sin(120\pi t - \frac{\pi}{6} + 0{,}53)$V.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

17.5. Biểu thức xác định công suất trung bình có dạng

A. $P = RI^2$.

B. $P = U.I\cos\varphi$.

C. $P = R.I^2_m/2$.

D. Cả A, B, C đều đúng

17.6. Hệ số công suất được xác định bởi công thức

A. $\cos\varphi = Z/R$.

B. $\cos\varphi = R/Z$.

C. $\cos\varphi = P/(I_m V_m)$.

D. $\cos\varphi = RZ$

17.7. Mạch điện nào sau đây có công suất trung bình bằng 0?

A. R, L. B. R, C. C. R, L, C. D. L, C

17.8. Một cuộn cảm điện trở $R = 10\Omega$, độ tự cảm $L = 0{,}01H$ khi có dòng điện xoay chiều tần số $f = 50Hz$ đi qua, sẽ có hệ số công suất

A. $\cos\varphi = 0{,}09$.

B. $\cos\varphi = 0{,}95$.

C. $\cos\varphi = 1$.

D. $\cos\varphi = 0{,}31$

17.9. Công suất tiêu thụ trung bình trong một đoạn mạch điện xoay chiều là $P = 4{,}4$ kW, khi điện thế hiệu dụng là $U = 110V$ và cường độ dòng điện là $I = 50A$, thì hệ số công suất của mạch điện là

A. $\cos\varphi = 0{,}9$.

B. $\cos\varphi = 1$.

C. $\cos\varphi = 0$.

D. $\cos\varphi = 0{,}8$

17.10. Một cuộn cảm có điện trở $R = 20\Omega$ và có hệ số công suất $\cos\varphi = 0{,}8$ khi có dòng điện xoay chiều tần số $f = 50Hz$ đi qua. Điện dung của tụ điện phải mắc nối tiếp với cuộn cảm để có $\cos\varphi = 1$ là

A. $C = 125\ \mu F$.

B. $C = 316\ \mu F$.

C. $C = 212\ \mu F$.

D. $C = 432\ \mu F$.

17.11. Áp một hiệu điện thế xoay chiều $U = 110V$, $f = 50Hz$ vào hai đầu một cuộn dây có điện trở $R = 30\Omega$. Dòng điện trễ pha $\varphi = 30^0$ so với điện thế. Công suất trung bình trong mạch là

A. $P = 302$ W.
B. $P = 151$W.
C. $P = 465$W.
D. $P = 230$ W.

17.12. Dòng điện xoay chiều qua một cuộn dây có dạng $i = 2\sin(\omega t - \pi/6)$ khi hiệu điện thế $u = 120\sin\omega t$. Công suất trung bình là

A. $P = 1{,}20$ W.
B. $P = 120$ W.
C. $P = 130{,}9$ W.
D. $P = 103{,}9$W

17.13. Một dòng điện $i = 10\sqrt{2}\sin(100\pi t + \pi/6)$ qua một mạch điện hiệu thế $u = 20\sqrt{2}\sin(100\pi t + \pi/3)$. Công suất trung bình tiêu thụ bởi mạch điện là

A. $P = 344$ W.
B. $P = 172$ W.
C. $P = 100$ W.
D. $P = 200$ W.

17.14. Một đoạn mạch điện mắc nối tiếp gồm một điện trở $R = 40\Omega$, một tụ điện có dung kháng 70Ω, một cuộn cảm có cảm kháng 100Ω và dòng điện có biểu thức $i = 2^{1/2}/2\sin 100\pi t$. Hệ số công suất của mạch đó bằng

A. $\cos\varphi = 0{,}8$.
B. $\cos\varphi = 1$.
C. $\cos\varphi = 4/7$.
D. $\cos\varphi = 4/21$

17.15. Một đoạn mạch mắc nối tiếp gồm một điện trở $R = 40\Omega$, một tụ điện có dung kháng 70Ω, cuộn cảm có cảm kháng 100Ω và dòng điện có biểu thức $i = 2^{1/2}/2\sin 100\pi t$. Công suất biểu kiến của đoạn mạch này bằng

A. $P = 52{,}5$ VA.
B. $P = 12{,}5$ VA.
C. $P = 17{,}5$ VA.
D. $P = 10$ VA

17.16. Một đoạn mạch mắc nối tiếp gồm một điện trở $R = 40\Omega$, một tụ điện có dung kháng 70Ω, cuộn cảm có cảm kháng 100Ω và dòng điện có biểu thức $i = 2^{1/2}/2\sin 100\pi t$. Công suất trung bình của đoạn mạch này bằng

A. $P_{tb} = 16$ W.
B. $P_{tb} = 8$ W.
C. $P_{tb} = 24$ W.
D. $P_{tb} = 10$ W.

17.17. Một điện trở $R = 10\Omega$ mắc nối tiếp với cuộn thuần cảm L và một điện dung C. Dòng điện qua mạch có biểu thức $i = 2^{1/2}/2\sin 100\pi t$ thì công suất trung bình tiêu thụ bởi R, L, C là:

A. Không xác định được vì không biết L.
B. Không xác định được vì không biết C.
C. A, B đúng.

D. 2,5 oát.

17.18. Một tụ điện có dung kháng 2000Ω khi dòng điện xoay chiều có biểu thức $i = 0{,}01.2^{1/2}\sin(\omega t)$. Công suất trung bình tiêu thụ bởi tụ điện này bằng

A. $P_{tb} = 0$.	B. $P_{tb} = 200$ W.

C. $P_{tb} = 200$ VA.	D. Không xác định được vì không biết ω

17.19. Một cuộn dây có độ tự cảm L = 1mH và điện trở R = 20Ω. Dòng điện xoay chiều qua cuộn dây có dạng $i = 2^{1/2}\sin(100\pi t)$ thì công suất trung bình tiêu thụ bởi cuộn dây bằng

A. $P_{tb} = 0$ W.	B. $P_{tb} = 20$ W.

C. $P_{tb} = 20$ W.	D. $P_{tb} = 40$ W.

17.20. Một tụ điện có dung kháng 300Ω mắc nối tiếp với một cảm kháng 200Ω khi có dòng điện có tần số 50Hz, cường độ hiệu dụng 1A thì công suất trung bình tiêu thụ bởi tụ điện và cuộn cảm bằng

A. $P_{tb} = 100$ W.	B. $P_{tb} = 500$ W.

C. $P_{tb} = 0$.	D. $P_{tb} = 250$ W.

Chủ đề 18 TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG – MÁY BIẾN ÁP

. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

1. Truyền tải điện năng là sự truyền tải điện từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ. Khi giải các bài toán ở dạng này, thường sử dụng các công thức tính công suất cung cấp bởi nhà máy hoặc công suất toả nhiệt trên đường dây để xác định các đại lượng trong các công thức đó:

+ Công suất cung cấp bởi nhà máy: $P = UI \Rightarrow I = \dfrac{P}{U}$

+ Công suất toả nhiệt (hao phí) trên đường dây: $P' = RI^2 = R\dfrac{P^2}{U^2}$

2. Máy biến áp là thiết bị có khả năng biến đổi điện áp xoay chiều và giữ nguyên tần số dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ:

+ Biến đổi hiệu điện thế: sử dụng biểu thức $\dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{N_1}{N_2} = k$ (nếu k > 1 máy hạ thế và k < 1 máy tăng thế)

+ Biến đổi cường độ dòng điện: sử dụng các biểu thức:

$P_1 = P_2$ và $\cos\varphi_1 = \cos\varphi_2 \Rightarrow U_1I_1 = U_2I_2 \Rightarrow \dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{I_1}{I_2}$

Hiệu suất của máy biến thế được xác định từ $H = \dfrac{P_2}{P_1} = \dfrac{U_2I_2\cos\varphi_2}{U_1I_1\cos\varphi_1}$

$\Rightarrow$ Nếu $H = 100\%$ thì $\dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{I_1}{I_2} = \dfrac{N_1}{N_2}$

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 18.1

Một máy biến thế có số vòng cuộn sơ cấp bằng 10 lần số vòng cuộn thứ cấp. Mắc hai đầu cuộn sơ cấp vào nguồn xoay chiều $U_1 = 220V$. Điện trở cuộn sơ cấp $r_1 = 0$ và cuộn thứ cấp $r_2 = 2\Omega$. Xem mạch từ khép kín và hao phí do dòng Phucô là không đáng kể. Hãy xác định:

a. Hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn thứ cấp khi mạch thứ cấp hở.

b. Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn thứ cấp khi mạch thứ cấp được nối vào điện trở $R = 20\Omega$.

c. Hiệu suất của máy biến thế khi mạch thứ cấp được nối với $R = 20\Omega$.

Bài giải

Cho: $N_1/N_2 = 10$; $U_1 = 220V$;
$r_1 = 0$; $r_2 = 2\Omega$; $R = 20\ \Omega$.

Xác định: $U_2 = ?$; $U'_2 = ?$; $H = ?$

Phân tích: Đây là bài toán về máy biến áp dùng trong truyền tải điện năng đi xa. Khi giải các bài toán loại này cần chú ý: Với mọi giá trị của hiệu suất khi coi điện trở các cuộn dây bằng không hoặc nhỏ không đáng kể ta đều có hệ thức $\dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{I_1}{I_2}$. Để xác định cường độ dòng điện trong cuộn dây, ta dùng hệ thức: $H = \dfrac{U_2I_2}{U_1I_1}$ khi đó đã xem $\dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{I_1}{I_2} = \dfrac{N_1}{N_2}$ điều này chỉ đúng khi $H = 100\%$ nghĩa là điện trở của các cuộn dây bằng không. Tuy nhiên trong trường hợp này vì điện trở cuộn thứ cấp $r_2 = 2\Omega$ (không bằng 0) ta phải giải bài toán phức tạp hơn. Để giải ta xem hiệu điện thế và cường độ dòng điện ở cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp cùng pha, khi đó áp dụng định luật Ôm:

$u_1 = e_1 + r_1i_1$ và $e_2 = u_2 + r_2i_2$ và $\dfrac{P_2}{P_1} = \dfrac{U_2I_2\cos\varphi_2}{U_1I_1\cos\varphi_1}$.

Giải

a. Áp dụng hệ thức: $\frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2}$ (trong đó e_1 và e_2 là suất điện động tức thời trên hai cuộn sơ cấp và thứ cấp tương ứng)

+ Ở cuộn sơ cấp e_1 đóng vai trò là suất phản điện: $e_1 = u_1 - i_1r_1$

+ Ở cuộn thứ cấp e_2 đóng vai trò là suất điện động của nguồn phát điện: $e_2 = u_2 - i_2r_2$ (trong đó u_1 và u_2 là hiệu điện thế tức thời trên hai cuộn sơ cấp và thứ cấp tương ứng)

$$\Rightarrow \frac{u_1 - i_1r_1}{u_2 - i_2r_2} = \frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2}. \text{ Vì } r_1 = 0 \Rightarrow \frac{u_1}{u_2 + i_2r_2} = \frac{N_1}{N_2} = 10$$

Khi cuộn thứ cấp để hở: $i_2 = 0 \Rightarrow u_1/u_2 = 10$. Vì u_1 và u_2 biến thiên điều hoà cùng pha nên ta thay các giá trị tức thời bằng các giá trị hiệu dụng và ta được:

$$\frac{U_1}{U_2} = 10 \Rightarrow U_2 = 22V$$

b. Khi cuộn thứ cấp nối với R: $i_2 = u_2/R \Rightarrow \frac{u_1}{u_2(1 + r_2/R)} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow u_1/u_2 = 11$

Thay các giá trị tức thời bằng các giá trị hiệu dụng và ta được:

$$\frac{U_1}{U'_2} = 11 \Rightarrow U'_2 = 20V$$

c. Công suất của hai nguồn cảm ứng là như nhau: $e_1i_1 = e_2i_2 \Rightarrow \frac{i_1}{i_2} = \frac{e_2}{e_1} = \frac{N_2}{N_1}$

Thay các giá trị tức thời bằng các giá trị hiệu dụng và ta được:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} = 10 \Rightarrow H = \frac{I_2U_2}{I_1U_1} = \frac{20}{220}.10 = 0{,}91$$

Đáp số: $U_2 = 22V$; $U'_2 = 20V$; $H = 0{,}91$

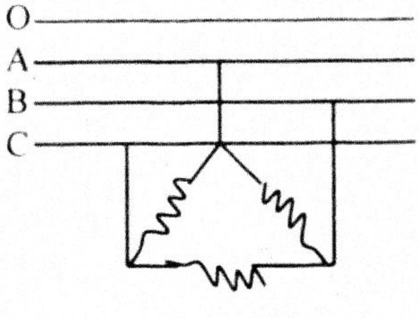
C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

18.2. Một máy biến thế có cuộn sơ cấp 300vòng, cuộn thứ cấp 1500vòng. Mắc cuộn sơ cấp vào một hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng 120V. Biết hiệu suất của máy biến thế bằng 1 và cường độ hiệu dụng ở cuộn sơ cấp là $I_1 = 2A$. Hãy xác định:

a. Hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp.

b. Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch.

Đáp số: a. $U_2 = 600(V)$; b. $I_2 = 0{,}4$ (A).



Hình 4.14

18.3. Một đường dây tải điện 3 pha có 4 dây O, A, B, C như hình 4.14, với $U_{OA} = 220V$. Động cơ không đồng bộ 3 pha mắc mắc vào mạng điện theo sơ đồ có cường độ dòng điện trên đường dây là $I = 20A$ khi hệ số công suất $\cos\varphi = 0,70$. Xác định công suất tiêu thụ trung bình.

Đáp số: $P = 9,2$ kW

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

18.4. Trong máy biến thế, hai cuộn sơ cấp và thứ cấp được quấn trên:

A. Khung nhôm. B. Khung cách điện.

C. Khung sắt non. D. Khung đồng.

18.5. Gọi N_1 là số vòng dây trong cuộn sơ cấp và N_2 là số vòng dây trong cuộn thứ cấp. Trong một máy tăng thế điều nào sau đây **đúng**

A. $N_1 > N_2$. B. $N_1 < N_2$.

C. $N_1 = N_2$. D. N_1. N_2 bất kì.

18.6. Máy biến thế được gọi là máy giảm thế khi:

A. $U_2 > U_1$, $I_2 > I_1$. B. $U_2 < U_1$, $I_2 < I_1$.

C. $U_2 > U_1$, $I_2 < I_1$. D. $U_2 < U_1$, $I_2 > I_1$.

18.7. Một máy biến thế gồm một cuộn dây sơ cấp 100 vòng, cuộn dây thứ cấp 200 vòng, hiệu điện thế hiệu dụng $U_1 = 120V$. Hiệu điện thế U_2 của cuộn thứ cấp là

A. $U_2 = 60V$. B. $U_2 = 120V$.

C. $U_2 = 360V$. D. $U_2 = 240V$.

18.8. Một máy biến thế gồm một cuộn dây sơ cấp 500 vòng, cường độ hiệu dụng $I_1 = 5A$ và $I_2 = 10A$. Số vòng dây của cuộn thứ cấp của máy đó là

A. 100 vòng. B. 200 vòng. C. 300 vòng. D. 250 vòng.

18.9. Một vòng dây hình vuông cạnh 5cm, đặt vuông góc với một từ trường 0,08T. Nếu từ trường giảm xuống 0 trong thời gian 0,2s thì suất điện động cảm ứng trung bình của vòng dây trong thời gian đó là:

A. $E = 0,04mV$. B. $E = 0,5mV$. C. $E = 1mV$. D. $E = 8V$

18.10. Cuộn dây sơ cấp của máy biến thế 200 vòng và cuộn dây thứ cấp có 50 vòng. Nếu dòng điện trong cuộn dây thứ cấp là 40A thì cuộn sơ cấp là

A. $E = 10A$. B. $E = 80A$. C. $E = 160A$. D. $E = 8KA$

18.11. Cuộn dây sơ cấp của máy biến thế 200 vòng và cuộn dây thứ cấp có 300 vòng. Nếu công suất máy là 60W thì công suất ra là

A. $P = 20$ W. B. $P = 60W$. C. $P = 0,18W$. D. $P = 0,45W$

18.12. Một bóng đèn 60W – 24V được thắp sáng bởi dòng điện xoay chiều 120V. Số vòng dây của cuộn sơ cấp và thứ cấp phải được kết hợp theo phương án nào sau đây:

A. Sơ cấp 200 vòng, thứ cấp 100 vòng.

B. Sơ cấp 50 vòng, thứ cấp 100 vòng.

C. Sơ cấp 100 vòng, thứ cấp 20 vòng.

D. Sơ cấp 100 vòng, thứ cấp 50 vòng.

18.13. Suất điện động tự cảm trong ống dây có hệ số tự cảm 0,1 H khi có dòng điện thay đổi đi qua theo vận tốc 200A/s thì bằng

A. E = 10 V. B. E = 20 V.

C. E = 0,16 kV. D. E = 2 kV.

18.14. Một dòng điện giảm từ 16A xuống 0 trong thời gian 0,01s. Suất điện động cảm ứng trung bình trong thời gian đó là 64V. Độ tự cảm của mạch điện là:

A. L = 0,032 H. B. L = 0,040 H.

C. L = 0,25 H. D. L = 4,0 H

18.15. Một ống dây có độ tự cảm 0,2H, điện trở 8Ω, được nối với một máy phát điện 12V có điện trở là 1Ω. Vận tốc ban đầu mà dòng điện trong ống dây tăng là

A. 2,4 A/s. B. 7,7 A/s. C. 30 A/s. D. 60 A/s

18.16. Một dòng điện 10A đi qua một cuộn dây có độ tự cảm 2mH. Năng lượng tích trữ trong từ trường của cuộn dây là

A. W = 0,050J. B. W = 0,10J.

C. W = 1,0J. D. W = 0,10J

18.17. Năng lượng dự trữ trong 1m^3 của không gian, ở đó từ trường là 1,0T bằng

A. $6,3.10^{-7}$J. B. 4.10^{-5}J.

C. 4.10^{-5}J. D. $7,9.10^{-5}$J.

18.18. Công thức nào dưới đây diễn tả đúng với máy biến thế không bị hao tổn năng lượng (tỉ số truyền biến thế)?

A. $\frac{I_2}{I_1} = \frac{U_2}{U_1}$. B. $\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_1}{n_2}$.

C. $\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_1}{n_2}$. D. $\frac{I_2}{I_1} = \frac{n_2}{n_1}$.

18.19. Một máy giảm thế có hai cuộn dây N = 100 vòng và N' = 500 vòng. Đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp hiệu điện thế 100V thì hiệu điện thế ở đầu cuộn thứ cấp sẽ bằng

A. U = 10V. B. U = 20V. C. U = 50V. D. U = 200V.

18.20. Hệ số hiệu dụng (hay hiệu suất) của máy biến thế được diễn tả bằng công thức

A. $H = I_1U_2/I_2U_1$.

B. $H = I_2U_1/I_1U_2$.

C. $H = I_1U_1/I_2U_2$.

D. $H = I_2U_2/I_1U_1$.

Chủ đề 19 MÁY PHÁT XOAY CHIỀU VÀ MỘT CHIỀU ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Các bài toán về các máy điện thường xoay quanh việc xác định các đại lượng như suất điện động, hiệu điện thế hiệu dụng (dây và pha), cường độ hiệu dụng (dây và pha), công suất tiêu thụ và đặc biệt là hệ số công suất và cách nâng cao hệ số công suất.

Khi giải các bài toán này cần lưu ý:

+ Dòng điện xoay chiều 3 pha là hệ thống 3 dòng xoay chiều cùng tần số cùng biên độ nhưng lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$ hay 120^0 (thời gian 1/3 chu kì)

$i_1 = I_m \sin\omega t$; $i_2 = I_m\sin(\omega t - 2\pi/3)$. $i_3 = I_m\sin(\omega t + 2\pi/3)$

+ Có hai cách mắc điện 3 pha: Mắc hình sao (hay mắc 4 dây) trong đó 3 dây pha (dây nóng) và 1 dây trung hoà (dây nguội). Tải tiêu thụ không cần đối xứng:

$\Rightarrow U_{dây} = \sqrt{3}\,U_{pha}$ và $I_{dây} = I_{pha}$

+ Mắc hình tam giác (hay mắc 3 dây). Tải tiêu thụ phải đối xứng

$\Rightarrow U_{dây} = U_{pha}$ và $I_{dây} = \sqrt{3}\,I_{pha}$

Tần số dòng xoay chiều:

+ Gọi n là số vòng quay của rôto và p là số cặp cực của rôto, tần số dòng điện f được xác định từ: $f = \frac{np}{60}$

+ Suất điện động: $\mathscr{E} = NBS\,\omega\sin\omega t = E_0\sin\omega t$

(trong đó $E_0 = NBS\omega = E_m$ là suất điện động cực đại)

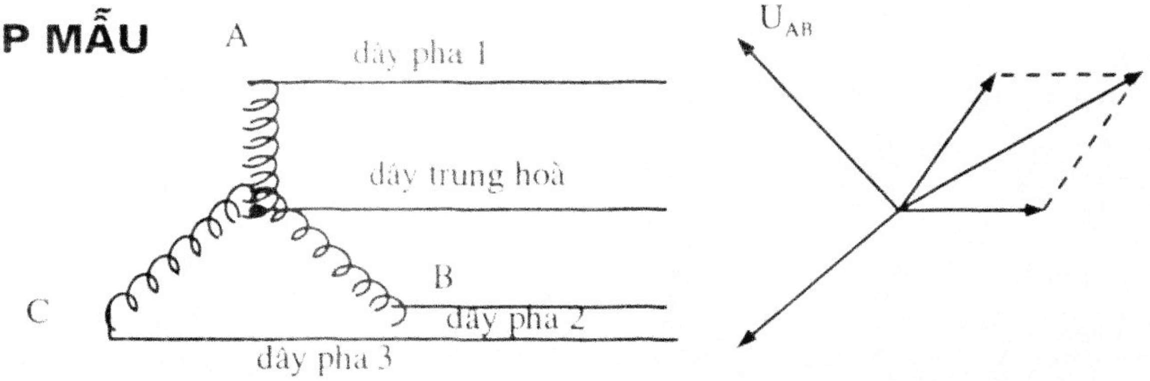
$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{N\Phi_m}{\sqrt{2}}$$

(Φ_m = BS là từ thông cực đại gửi qua 1 vòng dây)

+ Hiệu suất động cơ điện: $H = \frac{P_C}{P_Đ}$ (P_C, $P_Đ$ là công suất cơ và điện)

Lưu ý: Các máy phát điện xoay chiều (1 pha hoặc 3 pha) và các động cơ điện(1 pha hoặc 3 pha) đều hoạt động trên nguyên tắc hiện tượng cảm ứng điện từ. Vì vậy, cấu tạo của chúng gần giống nhau (gồm 2 phần chính: Roto (phần cảm) và stato (phần ứng)).

B. BÀI TẬP MẪU



Thí dụ 19.1

Hình 4.15

Một máy phát điện có tần số f = 50Hz. Các cuộn dây phần ứng được mắc theo hình sao hình 4.15. Biết hiệu điện thế hiệu dụng giữa mỗi dây pha và dây trung hoà là U_p = 220V. Xác định:

a. Hiệu điện thế hiệu dụng U_d giữa các dây pha với nhau.

b. Cho R = 6Ω, L = 2,55.10^{-2}H và C = 306μF. Ta mắc vào các tải của mỗi pha của mạng điện, tải Z_1 vào pha 1 gồm một trở thuần và cuộn thuần cảm mắc nối tiếp. Xác định cường độ dòng điện hiệu dụng qua tải đó.

c. Tải Z_2 vào pha 2 gồm một trở thuần và tụ điện mắc nối tiếp. Xác định cường độ dòng điện hiệu dụng qua tải đó.

d. Tải Z_3 vào pha 3 gồm một trở thuần, cuộn thuần cảm và một tụ điện mắc nối tiếp. Xác định cường độ dòng điện hiệu dụng qua tải đó.

Bài giải:

Cho: f = 50Hz; U_p = 220V; R = 6Ω,
L = 2,55.10^{-2}H và C = 306μF.

Xác định: U_d = ?; I_1 = ? ; I_2 = ?; I_3 = ?

Phân tích: Đây là loại bài toán về dòng điện 3 pha, yêu cầu các bài toán loại này thường là tìm các đại lượng U_d ; I_d ....Vì đề ra cho biết hệ thống được mắc hình sao nên ta có thể dựa vào các tính chất sau:

+ Dòng điện xoay chiều 3 pha là hệ thống 3 dòng xoay chiều cùng tần số cùng biên độ nhưng lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$ hay 120^0 (thời gian 1/3 chu kì)

$$i_1 = I_m \sin\omega t;\ i_2 = I_m\sin(\omega t - 2\pi/3);\ i_3 = I_m\sin(\omega t + 2\pi/3)$$

+ Khi mạch mắc theo hình sao có 3 dây pha (dây nóng) và 1 dây trung hoà (dây nguội). Tải tiêu thụ không cân đối xứng:

$$\Rightarrow U_{dây} = \sqrt{3}\,U_{pha} \text{ và } I_{dây} = I_{pha}$$

Từ các tính chất đó ta có thể xác định được các đại lượng theo yêu cầu bài toán đã đề ra.

Giải

a. Theo lí thuyết ta có: $U_d = \sqrt{3}\,U_p \to U_d = \sqrt{3}\,220 = 381V$

b. Vì: $Z_L = L\omega = 2\pi fL = 2\pi.50.\ 2{,}55.\ 10^{-2} = 8\Omega \Rightarrow Z_C = \frac{1}{2\pi f.C} = 10{,}4\ \Omega$

Tổng trở của $Z_1 = \sqrt{R^2 + (Z_L)^2} = 10\Omega$

Tổng trở của $Z_2 = \sqrt{R^2 + (-Z_c)^2} = 12\Omega$

Tổng trở của $Z_3 = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_c)^2} = 6{,}46\Omega$

Cường độ hiệu dụng qua tải Z_1 là: $I_1 = \frac{U_P}{Z_1} = 22A$.

c. Cường độ hiệu dụng qua tải Z_2 là: $I_2 = \frac{U_P}{Z_2} = 18{,}3A$

d. Cường độ hiệu dụng qua tải Z_3 là: $I_3 = \frac{U_P}{Z_3} = 34A$

Đáp số: $U_d = 381V$; $I_1 = 22A$; $I_2 = 18{,}3A$ và $I_3 = 34A$

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

19.2. Một máy phát điện có phần cảm với 12 cặp cực quay ở vận tốc 300 vòng/phút. Biết rằng: từ thông cực đại qua các cuộn dây lúc đi ngang đầu cực là 0,2Wb và mỗi cuộn dây có năm vòng dây (số cuộn bằng số cực từ). Hãy xác định:

a. Tần số của dòng xoay chiều phát ra.

b. Biểu thức của suất điện động cảm ứng

c. Suất điện động hiệu dụng của máy phát.

Đáp số: a. $f = 60Hz$; c. $E = 6413$ (V)

b. $e = 9043\sin 120\pi t$ (V).

19.3. Một khung dây có 1000vòng, diện tích mỗi vòng là $200cm^2$, đặt trong từ trường đều $B = 0,1T$ (B vuông góc với trục quay Δ). Khung quay đều với $\omega = 300$vòng/phút. Biết lúc $t = 0$ thì $\vec{n}$ vuông góc với $\vec{B}$, hãy xác định:

a. Biểu thức của suất điện động xoay chiều.

b. Từ thông cực đại qua khung.

c. Suất điện động cực đại xuất hiện.

Đáp số: a. $e = 20\pi\sin(10\pi t + \pi/2)$ (V).

b. $\Phi_0 = 2Wb$; $E_0 = 62,8$ (V)

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

19.4. Hai phần chính của máy phát điện xoay chiều là gì?

A. Phần cảm và rôto.
B. Phần ứng và stato.
C. Phần cảm và phần ứng.
D. Rôto và stato.

19.5. Trong máy phát điện

A. phần cảm là phần tạo ra dòng điện.
B. phần cảm là phần tạo ra từ trường.
C. phần ứng được gọi là bộ góp.
D. phần ứng là phần tạo ra từ trường.

19.6. Đối với các máy phát điện xoay chiều công suất lớn, người ta cấu tạo chúng sao cho:

A. Bộ phận đứng yên (stato) là phần ứng và bộ phận chuyển động (rôto) là phần cảm.
B. Stato là phần cảm và rôto là phần ứng.
C. Stato là một nam châm vĩnh cửu lớn.
D. Rôto là một nam châm điện.

19.7. Một máy phát điện xoay chiều có một cặp cực phát ra dòng điện xoay chiều tần số 50Hz. Nếu máy có 6 cặp cực cùng phát ra dòng điện xoay chiều tần số 50Hz thì trong một phút rôto quay được bao nhiêu vòng?

A. n' = 500 vòng.
B. n' = 1000 vòng.
C. n' = 150 vòng.
D. n' = 3000 vòng.

19.8. Cuộn dây rôto của máy dao điện có điện trở $R = 6\Omega$ gồm 100 vòng dây có diện tích trung bình $S = 20cm^2$. Rôto quay đều với tần số góc $\omega = 314rad/s$ trong từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,35T$. Khi mạch ngoài gồm L và C có tổng trở là $Z = 8\Omega$ thì

A. suất điện động tức thời của máy biến thiên theo hàm số dạng sin. Khi chọn thời điểm ban đầu là lúc vòng dây vuông góc với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ thì có $e = 0,05\sin 314t$.

B. công suất tỏa nhiệt trung bình ở cuộn dây của máy dao điện là $P = 16,96W$.

C. cường độ hiệu dụng trong mạch là: $I = 0,786$ A.

D. khi tần số góc của rôto giảm n lần thì cường độ hiệu dụng giảm n lần và công suất tỏa nhiệt trung bình giảm đi n^2 lần.

19.9. Trong máy phát điện xoay chiều một pha, từ trường quay có véctơ cảm ứng B quay 300 vòng/phút tạo bởi 20 cực nam châm điện (10 cực nam và 10 cực bắc) quay với tốc độ .

A. n = 10 vòng/s. B. n = 20 vòng/s.

C. n = 50 vòng/s. D. n = 100 vòng/s.

19.10. Máy phát điện xoay chiều 3 pha có

A. khi cực bắc đối diện với cuộn nào thì suất điện động xuất hiện trong cuộn dây đó giá trị cực đại.

B. phần cảm là một nam châm điện.

C. thể ta tạo ra bằng cách ghép 3 máy phát một pha.

D. phần ứng là một nam châm vĩnh cửu.

19.11. Trong một máy phát điện 3 pha, khi suất điện động ở một pha đạt giá trị cực đại $e_1 = E_0$ thì các suất điện động kia đạt các giá trị nào kể sau. Chọn đáp án **đúng**:

A. $e_2 = -E_0/2$ B. $e_2 = -0,866E_0$ C. $e_2 = -E_0/2$ D. $e_2 = E_0/2$

$e_3 = -E_0/2$ $e_3 = -0,866E_0$ $e_3 = E_0/2$ $e_3 = E_0/2$

19.12. Khi mắc dòng điện theo cách hình sao thì hiệu điện thế hiệu dụng U_d giữa 2 dây pha và hiệu điện thế hiệu dụng U_p giữa mỗi dây pha với dây trung hoà liên hệ bởi hệ thức:

A. $U_d = 3\,U_p$; B. $U_d = \frac{1}{3}U_p$; C. $U_d = \sqrt{3}\,U_p$; D. $U_d = \frac{1}{\sqrt{3}}U_p$

19.13. Động cơ không đồng bộ 3 pha hoạt động được nhờ

A. Hiện tượng cảm ứng điện từ.

B. Từ trường quay của dòng xoay chiều.

C. Hiện tượng cảm ứng điện từ và từ trường quay.

D. Rôto của động cơ là rôto đoản mạch.

19.14. Gọi B_0 là cảm ứng từ cực đại của 1 trong 3 cuộn dây ở động cơ không đồng bộ 3 pha, cảm ứng từ tổng hợp của từ trường quay tại tâm stato có trị số bằng

A. $B = 3B_0$. B. $B = 1,5B_0$. C. $B = B_0$. D. $B = 0,5B_0$.

19.15. Một động cơ điện có điện trở 20Ω tiêu thụ 1 kilôwat giờ (1kWh) năng lượng trong thời gian 30 phút. Điều đó có nghĩa, cường độ dòng điện chạy qua động cơ phải bằng

A. $I = 4A$. B. $I = 2A$. C. $I = 10A$. D. $I = 20A$.

19.16. Một khung dây có 1000vòng, diện tích mỗi vòng là $200cm^2$, đặt trong từ trường đều $B = 0,1T$ (B vuông góc với trục quay Δ). Khung quay đều với $\omega = 300$vòng/phút.

a. Từ thông cực đại qua khung là

A. $\Phi_0 = 2Wb$. B. $\Phi_0 = 5,5Wb$. C. $\Phi_0 = 2,5Wb$. D. $\Phi_0 = 5,2Wb$.

b. Suất điện động cực đại xuất hiện trong khung là

A. $E_0 = 62,8V$. B. $E_0 = 628V$. C. $E_0 = 82,8V$. D. $E_0 = 828V$.

c. Biết lúc $t = 0$ thì $\vec{n}$ vuông góc với $\vec{B}$. Biểu thức của suất điện động xoay chiều có dạng

A. $e = 20\pi\sin(10\pi t + \pi/2)$ (V). B. $e = 2\pi\sin(10\pi t + \pi/2)$ (V).

C. $e = 20\pi\sin 10\pi t$ (V). D. $e = 2\pi\sin(10\pi t - \pi/2)$ (V).

Chương V

DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Mạch dao động là phần tử gồm một cuộn cảm L mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung C. Sự biến thiên tuần hoàn của cường độ điện trường và từ cảm trong mạch dao động được gọi là dao động điện từ.

2. Điện tích của tụ điện: Điện tích giữa hai bản của tụ điện biến thiên điều hoà theo: $q = q_0 \sin(\omega t + \varphi)$ (với $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ gọi là tần số góc (rad/s))

3. Suất điện động cảm ứng:

Suất điện động cảm ứng trong cuộn dây L (có r = 0): $\mathscr{E} = u = \frac{q}{C} = \frac{q_0}{C}\sin\omega t$

4. Cường độ dòng điện: Cường độ dòng điện chạy trong cuộn dây L biến thiên điều hoà theo: $i = q' = \omega q_0 \cos(\omega t + \varphi) = \omega q_0 \sin(\omega t + \varphi + \frac{1}{2})$

hay $i = I_0 \sin(\omega t + \varphi + \frac{1}{2})$ với $I_0 = \omega q_0$ là cường độ cực đại.

5. Chu kì – tần số: $T = 2\pi\sqrt{LC}$ và $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

6. Năng lượng của mạch dao động là năng lượng điện từ bằng tổng năng lượng điện trường của tụ C và năng lượng từ trường của cuộn cảm L.

* Năng lượng điện trường của tụ C ở thời điểm t

$$W_đ = \frac{q^2}{2C} = \frac{q_0^2}{2C}\sin^2(\omega t + \varphi)$$

* Năng lượng từ trường ở cuộn cảm L ở thời điểm t:

$$W_t = \frac{1}{2}Li^2 \text{ (trong đó } i = q' = I_0\cos(\omega t + \varphi))$$

$$\Rightarrow W_t = \frac{1}{2}LI_0^2\cos^2(\omega t + \varphi) \text{ và } \frac{q_0^2}{2C} = \frac{1}{2}LI_0^2$$

* Năng lượng dao động của mạch (năng lượng điện từ)

Nếu mạch không có điện trở thì năng lượng điện từ của mạch được bảo toàn và bằng năng lượng ta cung cấp ban đầu.

$$W = W_đ + W_t = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{1}{2}LI_0^2 = \text{const}$$

Nếu mạch dao động có điện trở thì năng lượng điện từ của mạch sẽ giảm dần vì toả nhiệt và dao động điện từ sẽ tắt dần. Nếu sau một chu kì, mạch được bù đắp phần năng lượng bị tiêu hao, trong mạch sẽ có dao động điện từ duy trì.

7. **Bước sóng điện từ** (trong chân không)

$$\lambda = \frac{c}{f} = cT = 2\pi c\sqrt{LC} \qquad (c = 3.10^8 \text{ m/s})$$

II. PHÂN LOẠI BÀI TẬP

Chủ đề 20 DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ - MẠCH DAO ĐỘNG

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Xét về bản chất vật lí, dao động điện từ hoàn toàn khác dao động cơ học. Tuy nhiên về mặt toán học, các đại lượng biến thiên trong cả hai loại dao động này đều biến thiên điều hoà với cùng tần số. Vì vậy, dạng của một số phương trình mô tả dao động điện từ và dao động cơ học giống nhau: hiệu điện thế: $u = U_0\sin\omega t$; điện tích: $q = Cu = CU_0\sin\omega t$ và cường độ dòng điện: $i = I_0\sin(\omega t + \pi/2)$. Các đại lượng đặc trưng trong dao động điện từ như chu kì T, tần số f, bước sóng λ đều tương tự như các đại lượng này trong dao động cơ học.

Các công thức cần nhớ:

Chu kì: $T = 2\pi\sqrt{LC}$

Tần số: $f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

Hiệu điện thế: $u = U_0\sin\omega t$

Điện tích: $q = Cu = CU_0\sin\omega t$

Cường độ dòng điện: $i = I_0\sin(\omega t + \pi/2) \quad (I_0 = \omega CU_0)$

Bước sóng: $\lambda = cT = c/f = 2\pi.c.\sqrt{LC}$

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 20.1

Mạch dao động của máy thu vô tuyến điện gồm một cuộn dây có độ tự cảm L = 1,5mH và một tụ điện có điện dung C = 300pF. Hỏi máy thu này đã được điều chỉnh để thu sóng điện từ có tần số và bước sóng nào? Nếu như điện dung của tụ điện trong mạch dao động của máy thu có thể thay đổi được trong khoảng giá trị 50pF đến 450pF, khi đó máy thu này *có thể điều chỉnh để thu được dải sóng điện từ có bước sóng lớn nhất và nhỏ nhất bằng bao nhiêu ?*

Bài giải:

Cho: $L = 1{,}5mH = 1{,}5.10^{-3}H$; $C = 300pF = 300.10^{-12}F$

$C_{min} = 50pF = 50.10^{-12}F$; $C_{max} = 450pF = 450.10^{-12}F$

Xác định: $\lambda = ?$ $\nu = ?$ $\lambda_{min} = ?$ $\lambda_{max} = ?$

Phân tích: Mạch dao động của máy thu vô tuyến sẽ cộng hưởng với những sóng điện từ tần số bằng tần số dao động điện từ riêng của mạch có, nghĩa là: $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ (trong đó L: là độ tự cảm của cuộn dây cảm ứng và C là điện dung của tụ điện trong mạch dao động). Tần số liên hệ với bước sóng bởi hệ thức: $\lambda = \frac{c}{f} = c.2\pi\sqrt{LC}$, với $c = 3.\ 10^8m/s$ là vận tốc ánh sáng trong chân không. Như vậy nếu biết giá trị của L và C, ta sẽ dễ dàng xác định được tần số f và bước sóng λ của sóng điện từ thu được khi điều chỉnh để có cộng hưởng điện từ.

Giải

Theo điều kiện của bài toán tần số và bước sóng thu được của sóng điện từ sẽ bằng:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 0{,}237.10^6Hz \approx 0{,}24MHz \text{ và } \lambda = \frac{c}{f} = 1{,}26km$$

Tương tự, nếu như điện dung của tụ điện trong mạch dao động của máy thu có thể thay đổi từ giá trị nhỏ nhất C_{min} đến giá trị lớn nhất C_{max} thì tần số thu được của sóng điện từ thu được khi đó cũng sẽ có giá trị thay đổi từ

$$f_{max} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{min}}} \text{ đến giá trị } f_{min} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{max}}}$$

Như vậy trong trường hợp này máy thu có thể điều chỉnh để thu được dải sóng điện từ có bước sóng lớn nhất λ_{max} và bước sóng nhỏ nhất λ_{min} bằng:

$$\lambda_{max} = \frac{c}{f_{min}} = c.2\pi\sqrt{LC_{max}} \approx 1{,}55km$$

và $\lambda_{min} = \frac{c}{f_{max}} = c.2\pi\sqrt{LC_{min}} \approx 0{,}516km.$

Đáp số: $f \approx 0{,}24MHz$; $\lambda = 1{,}26km$

$\lambda_{max} \approx 1{,}55km$; $\lambda_{min} \approx 0{,}516km.$

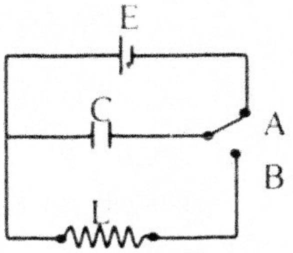
C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

20.2. Một mạch điện thu sóng vô tuyến gồm một cuộn cảm có $L = 2\mu H$ và hai tụ điện có $C_1 > C_2$. Biết bước sóng vô tuyến thu được khi hai tụ mắc nối tiếp và song song lần lượt là $\lambda_1 = 1,2\sqrt{6}\,\pi(m)$ và $\lambda_2 = 6\pi(m)$. Xác định điện dung của các tụ điện.

Đáp số: $C_1 = 30$ (pF) và $C_2 = 20$ (pF).

20.3. Tụ điện $C = 500pF$, cuộn cảm $L = 0,2mH$, một ắc quy có s.đ.đ $E = 1,5V$ được mắc như hình vẽ 5.1, có thể tạo ra dao động điện từ trong mạch LC. Chọn $t = 0$ khi tụ bắt đầu phóng điện, lấy $\pi^2 = 10$. Lập phương trình dao động của điện tích q trên tụ.

Đáp số: $q = 7,5.10^{-10}\sin(10^6\pi t + \frac{\pi}{2})$ (C)



Hình 5.1

20.4. Một mạch dao động để chọn sóng của máy thu thanh gồm cuộn tự cảm L và tụ điện $C = 5000pF$.

a. Biết mạch cộng hưởng với sóng điện từ bước sóng $\lambda = 300m$. Xác định giá trị độ tự cảm L tham gia trong mạch.

b. Muốn máy thu được sóng có bước sóng trong khoảng 10m đến 100m, người ta mắc vào mạch một tụ xoay C'. Hỏi phải mắc C' thế nào và trị số của C' biến thiên như thế nào.

Đáp số: a. $L = 5,1.10^{-6}H$; b. $5,56\ pF < C' < 618pF$.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

20.5. Người ta thực hiện dao động điện bằng cách dùng mạch dao động LC mà $C = 5\ \mu F$ và $L = 5\ \mu F$. Chu kì của dao động điện là.

A. Không tính được vì thiếu yếu tố.   B. $T = \pi 10^{-5}s$.

C. $T = \pi/2.10^{-3}s$.   D. $T = 10^{-5}s$.

20.6. Dao động điện có tần số $f = 10^8$ Hz truyền trong dây dẫn điện rất dài đặt trong không khí thì

A. mọi điểm trên dây cùng có cường độ dòng điện tức thời bằng nhau.

B. chỉ có những điểm khác nhau các đoạn bằng bội số của 3m mới có cường độ tức thời bằng nhau.

C. các điểm trên dây cách nhau các đoạn bằng bội số lẻ của 1,5m sẽ có cường độ tức thời ngược pha

D. hai câu B và C đúng.

20.7. Một mạch dao động có điện trở khá nhỏ, gồm một cuộn cảm L và một điện dung $C = 10^{-8}$F. Biết rằng tần số dao động điện trong mạch là $f = 10^6$ Hz. Tính độ tự cảm L (lấy $\pi^2 = 10$)

A. $L = 0,25.10^{-5}$H. B. $L = 0,25.10^{-6}$H.

C. $L = 0,5.10^{-2}$H. D. $L = 0,25.10^{-3}$H

20.8. Một mạch dao động gồm một tụ điện có điện dung C, cuộn cảm L. Điện trở thuần của mạch R = 0. Dòng điện qua mạch $i = 4.10^{-11}\sin(2.10^{-2}t)$, điện tích của tụ là

A. $Q_0 = 10^{-9}$ C. C. $Q_0 = 4.10^{-9}$ C.

B. $Q_0 = 2.10^{-9}$ C. D. $Q_0 = 8.10^{-9}$ C.

20.9. Một mạch dao động gồm một cuộn dây có độ tự cảm L = 0,2mH và một tụ điện biến đổi điện dung của nó có thể thay đổi từ 50pF đến 450pF. Mạch trên hoạt động thích hợp trong dải sóng giữa hai bước sóng điện từ

A. 168m đến 600m. B. 176m đến 625m.

C. 188m đến 565m. D. 200m đến 824m.

20.10. Một máy định vị vô tuyến nằm cách mục tiêu 60km nhận được tín hiệu phản hồi trở về từ mục tiêu sau khoảng thời gian là bao lâu?

A. $\Delta t .= 4.10^{-4}$s. B. $\Delta t = 2.10^{-4}$s.

C. $\Delta t = 6.10^{-4}$s D. $\Delta t = 10^{-4}$s.

20.11. Mạch dao động $L = 1,5.10^{-3}$ H và tụ xoay có điện dung biến thiên từ $C_m = 5.10^{-12}$F đến $C_M = 4,5.10^{-11}$ F. Mạch này có thể thu được các sóng điện từ có bước sóng trong khoảng

A. từ 561cm đến 1548cm. B. từ 516cm đến 1548cm.

C. từ 56,1cm đến 154,8cm. D. từ 5,61cm đến 15,48cm.

20.12. Công thức tương ứng giữa dao động điện từ và dao động cơ học con lắc lò xo:

A. $W_{tt} = \frac{Li^2}{2}$ và $W_d = \frac{mv^2}{2}$. B. $i = \frac{dq}{dt}$ và $v = \frac{dx}{dt}$.

C. $W_{dt} = \frac{Cu^2}{2}$ và $W_t = \frac{kx^2}{2}$. D. $q = \int idt$ và $x = \int vdt$.

20.13. Gọi I_0 là giá trị dòng điện cực đại, U_0 là hiệu điện thế cực đại trên hai bản tụ trong một mạch dao động LC. Công thức liên hệ giữa I_0 và U_0.

A. $U_0 = I_0.\sqrt{LC}$. B. $I_0 = U_0.\sqrt{\frac{C}{L}}$.

C. $U_0 = I_0.\sqrt{\frac{C}{L}}$. D. $I_0 = U_0.\sqrt{LC}$.

20.14. Một mạch dao động gồm một cuộn cảm $L = \frac{2}{\pi}$ mH và tụ $C = \frac{0,8}{\pi}$ μF. Tần số riêng của dao động trong mạch là

A. 25 kHz. B. 15 kHz. C. 7,5 kHz. D. 12,5 kHz.

20.15. Một mạch dao động gồm một cuộn cảm L = 2mH và tụ xoay C_x. Giá trị C_x để chu kì riêng của mạch là T = 1μs là

A. 2,5 pF. B. 1,27 pF.

C. 12,66pF. D. 7,21pF.

20.16. Mạch dao động (L,C_1) có tần số riêng f_1 = 7,5 MHz và mạch dao động (L,C_2) có tần số riêng f_2 = 10 MHz. Tần số riêng của mạch mắc L với C_1 ghép nối tiếp C_2 là

A. 8 MHz. B. 9 MHz.

C. 12,5 MHz. D. 15 MHz.

Chủ đề 21 DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ TẮT DẦN, CƯỠNG BỨC – HIỆN TƯỢNG CỘNG HƯỞNG

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Nguyên nhân làm tắt dao động điện từ trong mạch dao động là do mạch có điện trở (chủ yếu điện trở R_L). Phương pháp để duy trì dao động điện từ là dùng tác nhân cưỡng bức dao động. Thường dùng hiệu điện thế xoay chiều: $u = U_0\sin(\omega t + \varphi)$. Để giải các bài toán trong chủ đề này, việc cốt yếu là chúng ta cần nắm vững các công thức và vận dụng linh hoạt tuỳ điều kiện bài toán:

+ Nếu mạch không có điện trở, thì năng lượng điện từ của mạch được bảo toàn và bằng năng lượng ta cung cấp ban đầu.

$$W = W_d + W_t = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{1}{2}LI_0^2 = \text{const}$$

+ Nếu mạch dao động có điện trở thì năng lượng điện từ của mạch sẽ giảm dần vì toả nhiệt và dao động điện từ sẽ tắt dần. Nếu sau một chu kì, mạch được bù đắp phần năng lượng bị tiêu hao thì trong mạch sẽ có dao động điện từ duy trì.

+ Nếu mạch dao động cưỡng bức, thì tần số dao động của khung là tần số cưỡng bức. Biên độ dao động (giá trị cường độ dòng điện I_0) đạt giá trị cực đại khi có cộng hưởng ($f_{cb} = f_{riêng}$) hay $\omega_{cb} = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Các công thức liên hệ cần thiết khi làm bài:

+ Năng lượng điện trường: $W_d = \dfrac{q^2}{2C} = \dfrac{q_0^2}{2C}\sin^2(\omega t + \varphi)$

+ Năng lượng từ trường: $W_t = \dfrac{1}{2}Li^2$ (trong đó $i = q' = I_0\cos(\omega t + \varphi)$)

$$\Rightarrow W_t = \frac{1}{2}LI_0^2\cos^2(\omega t + \varphi) \text{ và } \frac{q_0^2}{2C} = \frac{1}{2}LI_0^2$$

+ Năng lượng điện từ: $W = W_d + W_t = \dfrac{q_0^2}{2C} = \dfrac{1}{2}LI_0^2 = \text{const}$

Trên cơ sở các mối liên hệ này để xác định mối liên hệ giữa hai phần tử L và C từ đó có thể xác định các yêu cầu của bài toán.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 21.1

Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm một cuộn dây có độ tự cảm L và một bộ tụ điện gồm tụ điện cố định C_0 mắc song song với tụ xoay C_X. Tụ xoay có điện dung biến thiên từ $C_1 = 10$ pF đến $C_2 = 250$ pF khi góc xoay biến thiên từ 0^0 đến 120^0, mạch thu được sóng điện từ có bước sóng trong dải từ $\lambda_1 = 10$m đến $\lambda_2 = 30$m. Cho biết điện dung của tụ điện là hàm bậc nhất của góc xoay. Xác định:

a. Giá trị của L và C_0 tham gia trong mạch.

b. Để mạch thu được sóng có bước sóng $\lambda = 20$m thì góc xoay của bản tụ bằng bao nhiêu? Cho $c = 3.10^8$m/s.

c: *Khi tụ có $C_0 = 51{,}93$ pF người ta bắt được sóng 19,2 m của đài phát. Biết sóng 19,2m được duy trì bởi một suất điện động hiệu dụng $e = 1\ \mu V$. Xác định cường độ dòng điện cực đại trong khung khi có cộng hưởng.*

Bài giải:

Cho: $C_1 = 10$ pF; $C_2 = 250$ pF; $\varphi_1 = 0^0$; $\varphi_2 = 120^0$,

$\lambda_1 = 10$m; $\lambda_2 = 30$m; $\lambda = 20$m; $c = 3.10^8$m/s

$C_0 = 51{,}93$ pF; $\lambda_0 = 19{,}2$ m; $e = 1\ \mu$V

Xác định: a. L; C_0 = ?; b. α = ?; c. I_{max} = ?

Phân tích: Đây là loại bài toán về các đặc tính (L,C) và tần số riêng (hoặc bước sóng của sóng điện từ cần thu) của mạch điện dao động: Biết L, C suy ra λ (hoặc f), và ngược lại biết λ (hoặc f) rồi suy ra L hoặc C. Khi giải cần chú ý đến đơn vị đo các đại lượng L, C.

Giải

a. Dùng công thức tính bước sóng:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2\pi c}{\omega} = 2\pi c\sqrt{LC}$$. Theo đề bài ta có:

$$\lambda_1 = 2\pi c\sqrt{L(C_0 + C_1)} = 10m; \qquad (\text{với } C_1 = 10\ pF)$$

$$\lambda_2 = 2\pi c\sqrt{L(C_0 + C_2)} = 30m; \qquad (\text{với } C_2 = 250\ pF).$$

$$\Rightarrow \frac{C_0 + 10}{C_0 + 250} = \frac{\lambda_1^2}{\lambda_2^2} = \left(\frac{10}{30}\right)^2 = \frac{1}{9} \rightarrow C_0 = 20\ pF.$$

Từ đó: $L = \dfrac{\lambda_1^2}{4\pi^2c^2(C + C_0)} = 9{,}4.10^{-7}$ (H).

b. Kí hiệu φ là góc xoay của bản tụ, điện dung tương ứng của tụ điện, theo đề bài: $C_X = C_1 + k\varphi$ (pF), khi $\varphi = 0^0$, $C_X = C_1 = 10pF$;

Khi $\varphi = 120^0$, $C_X = 10 + k.120 = 250pF \rightarrow k = 2pF/độ$.

Như vậy: $C_X = 10 + 2\varphi$ (pF) với $\lambda_3 = 20m = 2\pi c\sqrt{L(C_0 + C_3)}$.

Từ đó: $\dfrac{C_0 + C_1}{C_0 + C_3} = \dfrac{\lambda_1^2}{\lambda_3^2} = \dfrac{1}{4} \rightarrow C_3 = 100\ pF \Rightarrow \varphi = 45^0$.

c. Khi trong mạch có cộng hưởng: $Z = R$

$$\Rightarrow I = \frac{e}{Z} = 10^{-3}A = 1mA \quad \Rightarrow I_0 = I\sqrt{2} = \sqrt{2}\ mA.$$

Đáp số: a. $C_0 = 20$ pF; $L = 9{,}4.10^{-7}$ (H).

b. $\varphi = 45^0$; c. $I_0 = \sqrt{2}$ mA.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

21.2. Một mạch dao động LC có L = 2mH và C = 0,2μF. Biết cường độ dòng điện cực đại trong cuộn cảm là $I_0 = 0{,}5A$. Bỏ qua sự mất mát năng lượng trong mạch dao động. Hãy xác định:

a. Năng lượng của mạch dao động.

b. Cho cường dộ dòng điện qua cuộn cảm tại một thời điểm nào đó là i = 0,3A. Xác định hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện tại thời điểm đó.

Đáp số: a. W = 0,25 mJ; b. u = 40V

21.3. Một mạch dao động gồm cuộn dây thuần cảm có L = 50mH và tụ điện có C = 5μF. Xác định:

a. Tần số dao động của mạch.

b. Biết giá trị cực đại của hiệu điện thế giữa hai bản tụ là $U_0 = 12V$. Xác định năng lượng dao động điện từ trong mạch.

c. Xác định năng lượng điện trường và năng lượng từ trường trong mạch tại thời điểm hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện có giá trị $u = 8V$.

d. Xác định cường độ dòng điện trong mạch khi đó.

e. Nếu mạch có điện trở thuần $R = 10^{-2}\Omega$, để duy trì dao động trong mạch với giá trị cực đại của hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện là $U_0 = 12V$ thì phải cung cấp cho mạch một công suất bằng bao nhiêu?

Đáp số: a. $f = 318,5Hz$; b. $W = 3,6.10^{-4}J$
c. $W_đ = 0,16$ mJ; $W_t = 0,198$mJ.
d. $i = 8,9.10^{-2}(A)$. e. $P = 72\mu J$

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

21.4. Trong thực tế mạch dao động LC tắt dần vì

A. năng lượng tiêu hao chỉ do hiệu ứng Jun–len–xơ.

B. năng lượng tiêu hao do có dòng Fucô và hiệu ứng Jun–len–xơ.

C. năng lượng giảm dần do cường độ dòng điện giảm dần.

D. năng lượng giảm dần do hiệu điện thế giảm dần.

21.5. Khi nói về tính tương đương của dòng điện dẫn hoặc dòng điện dịch, chọn kết luận **đúng**

A. sự biến đổi của điện trường tương đương với dòng điện dịch.

B. dòng điện dẫn chỉ là dòng dịch chuyển của các điện tử tự do.

C. dòng điện dẫn, dòng điện dịch đều gây ra hiệu ứng Jun–len–xơ.

D. dòng điện dịch thực chất là dòng Fucô.

21.6. Chọn kết luận đúng trong các câu sau:

A. Cường độ dòng điện trong mạch dao động và trong mạch điện xoay chiều có cùng C và L đều biến thiên theo hàm điều hòa thuộc dạng: $i = I_0\sin(\omega t + \alpha)$ với cùng tần số góc $\omega = 1/(CL)^{1/2}$.

B. Dao động của điện tích trong mạch L– C có nguồn xoay chiều là dao động điện cưỡng bức và được duy trì. Dao động của các điện tích trong mạch dao động là dao động điện từ tự do và tắt dần.

C. Mạch dao động là mạch gồm tụ điện C, cuộn cảm L (có r rất nhỏ), nguồn điện một chiều.

D. Từ các phương trình $e = -Lq''$. $e = q/C$ và $u = e = (R + r)i$ có thể suy ra rằng: sau khi tụ C được tích điện có điện tích Q_0 thì điện tích trong mạch LC biến thiên theo hàm $q = Q_0\sin(\omega t + \alpha)$ với $\omega = 1/LC$.

21.7. Xét một mạch dao động điện gồm một tụ điện C, một cuộn cảm L và một điện trở R (xem như điện trở toàn mạch). Sự phóng điện của tụ điện tạo ra một dao động điện *tắt dần* nếu.

A. $R = 0$.
B. R lớn (vài ngàn ôm).

C. R nhỏ. D. R bất kì.

21.8. Xét một mạch dao động điện gồm một tụ điện C, một cuộn cảm L và một điện trở R (xem như điện trở toàn mạch). Sự phóng điện của tụ điện không có tính tuần hoàn nếu:

A. R = 0. B. R lớn (vài ngàn ôm).

C. R nhỏ. D. R bất kì.

21.9. Xét một mạch dao động điện gồm một tụ điện C, một cuộn cảm L và một điện trở R (xem như điện trở toàn mạch). Sự phóng điện của tụ điện làm sinh ra một dao động điện *không tắt dần* trong mạch điện nếu:

A. R = 0. B. R lớn (vài ngàn ôm).

C. R nhỏ. D. R bất kì.

21.10. Chu kì của các dao động điện trong một mạch dao động gồm một điện dung C, một cuộn cảm L phụ thuộc vào

A. độ tự cảm L. B. điện dung C.

C. điện trở R của mạch dao động. D. cả L và C.

21.11. Một mạch dao động có điện trở khá nhỏ, gồm có một cuộn cảm $L = 10^{-3}$ H và một tụ điện $C = 10^{-9}$ F. Chu kì riêng của mạch này là

A. $T = 3{,}14.10^{-6}$s. B. $T = 6{,}28.10^{-6}$s.

C. $T = 3{,}14.10^{-12}$s. D. $T = 6{,}28.10^{-12}$s.

21.12. Cuộn dây có 50vòng cuốn sít nhau, diện tích trung bình của một vòng dây là $0{,}25\text{m}^2$ quay đều quanh một trục vuông góc với $\vec{B}$, với vận tốc n = 20 vòng/s. Biết rằng từ trường có cảm ứng từ B = 0,6T. Biểu thức suất điện động cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây là

A. $e = 94{,}25\sin 40\pi t$ (V). B. $e = 10\sin 40\pi t$ (V).

C. $e = 4\sin 40\pi t$ (V). D. $e = 2{,}5\sin 100\pi t$ (V).

21.13. Một đoạn mạch gồm một cuộn dây có điện trở thuần R = 100Ω, hệ số tự cảm L = 2H mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung C = 5μF. Mắc mạch vào nguồn điện xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng U = 120V, tần số có thể thay đổi được. Lấy $\pi^2 = 10$. Để có cộng hưởng điện thì tần số f phải có giá trị

A. f = 50 Hz. B. f = 60Hz. C. f = 40 Hz. D. f = 70 Hz.

21.14. Một đoạn mạch gồm một cuộn dây có điện trở thuần R = 100Ω, hệ số tự cảm L = 2H mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung C = 5μF. Mắc mạch vào nguồn điện xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng U = 120V, tần số có thể thay đổi được. Lấy $\pi^2 = 10$. Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch khi có cộng hưởng điện là:

A. I = 32 A. B. I = 10 A. C. I = 2,1 A. D. I = 1,2 A.

Chủ đề 22 ĐIỆN TỪ TRƯỜNG – SÓNG ĐIỆN TỪ

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Điện từ trường và sóng điện từ có mối liên hệ tương tự như dao động cơ học và sóng cơ học. Vì vậy, để giải tốt các bài tập trong chủ đề này cần nắm vững các mối quan hệ này.

Bài tập trong chủ đề này nặng về các bài tập định tính và có thể phân thành hai nội dung: Bài tập về điện từ trường và sóng điện từ:

Loại thứ nhất: Điện từ trường là hệ thống hai trường biến thiên có liên quan mật thiết với nhau.

+ Nếu tại một nơi nào đó có từ trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một điện trường xoáy.

+ Nếu tại một nơi nào đó có điện trường biến thiên thì tại nơi đó xuất hiện một từ trường. Đường sức của từ trường bao giờ cũng là những đường khép kín nên từ trường đó bao giờ cũng là từ trường xoáy.

Loại thứ hai đề cập đến các đặc điểm của sóng điện từ và sự lan truyền sóng này trong không gian, vì vậy để giải tốt các lại bài này cần nắm vững các kiến thức sau:

+ Sóng điện từ là sự lan truyền của điện từ trường trong không gian

+ Sóng điện từ là sóng ngang (các véctơ $\vec{E}, \vec{B}, \vec{v}$ luôn vuông góc với nhau và lập thành một tam diện thuận). Dao động của điện trường và từ trường luôn cùng pha.

+ Sóng điện từ lan truyền được trong chân không và trong các điện môi, khi gặp mặt phân cách nó có thể bị phản xạ hoặc khúc xạ.

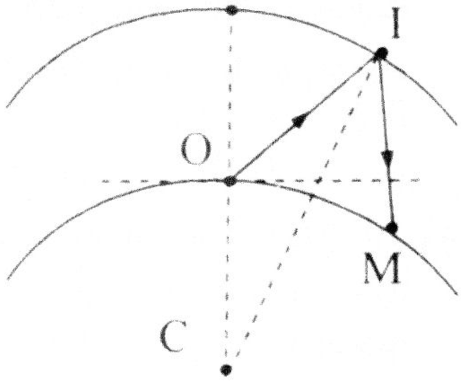
+ Bước sóng điện từ (trong chân không)

$$\lambda = \frac{c}{f} = cT = 2\pi c\sqrt{LC} \quad (c = 3.10^8 \text{ m/s})$$

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 22.1

Một ăngten parabol đặt tại một điểm O trên mặt đất, phát ra một sóng truyền theo phương làm với mặt phẳng nằm ngang một góc 45° hướng lên cao. Sóng này phản xạ trên tầng điện li, rồi trở lại gặp mặt đất ở điểm M. Bán kính trái đất: R = 6400km. Tầng điện li coi như một lớp cầu ở độ cao 100km trên mặt đất (hình 5.2). Xác định độ dài của cung OM.



Hình 5.2

Bài giải:

Cho: $\alpha = 45^0$; R = 6400km; h = 100km

Xác định độ dài của cung OM

Phân tích: Sóng điện từ là sóng ngang (các véctơ $\vec{E}, \vec{B}, \vec{v}$ luôn vuông góc với nhau và lập thành một tam diện thuận). Dao động của điện trường và từ trường luôn cùng pha. Sóng điện từ lan truyền được trong chân không và trong các điện môi, khi gặp mặt phân cách nó có thể bị phản xạ hoặc khúc xạ. Bước sóng điện từ (trong chân không): $\lambda = \frac{c}{f} = cT = 2\pi c\sqrt{LC}$.

Tín hiệu vô tuyến (sóng điện từ) truyền đi trong không gian với vận tốc bằng vận tốc ánh sáng truyền trong chân không. Do đó khoảng thời gian cần thiết để tín hiệu truyền tới gặp mục tiêu và phản xạ quay trở về máy định vị sẽ bằng:

$t = \frac{2.l}{c}$ (trong đó l là khoảng cách từ máy định vị tới mục tiêu còn $c = 3.10^8$ m/s là vận tốc ánh sáng trong chân không)

Giải

C là tâm của trái đất; I là điểm tới của sóng ở tầng điện li (hình 5.2).

$$CO = R = 6400km;\ HI = h = 100km \text{ và } CI = R + h = 6500km.$$

Trong tam giác COI: $\widehat{COI} = 135^0$.

Mặt khác: $\frac{CI}{\sin COI} = \frac{CO}{\sin CIO} \Rightarrow \sin CIO = 0{,}4927 \Rightarrow \widehat{CIO} = 29{,}52^0$

$\Rightarrow \widehat{OCI} = 15{,}48^0 = 0{,}27 \text{ rad} \Rightarrow \overset{\frown}{OH} = 0{,}27R = 1728km$

Vậy $\overset{\frown}{OM} = 2\,\overset{\frown}{OH} = 3456km$.

Đáp số: $\overset{\frown}{OM} = 3456km$.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

22.2. Mạch dao động của máy thu vô tuyến điện gồm một cuộn dây có độ tự cảm L = 1,5mH và một tụ điện có điện dung C = 300pF. Hỏi máy thu này đã được điều chỉnh để thu sóng điện từ có tần số và bước sóng nào? Nếu như điện dung của tụ điện trong mạch dao động của máy thu có thể thay đổi được trong khoảng giá trị 50pF đến 450pF, khi đó máy thu này có thể điều chỉnh để thu được dải sóng điện từ có bước sóng lớn nhất và nhỏ nhất bằng bao nhiêu?

Đáp số: $\nu \approx 0{,}24MHz$; $\lambda = 1{,}26km$

$\lambda_{max} \approx 1{,}55km$; $\lambda_{min} \approx 0{,}516km$.

22.3. Một máy vô tuyến điện định vị phát ra một tín hiệu vô tuyến (sóng điện từ). Hỏi sau khoảng thời gian bao lâu tín hiệu bị phản xạ trên mục tiêu lại quay trở về máy định vị, nếu mục tiêu ở cách xa máy định vị 50km?

Đáp số: $t = 3{,}3.10^{-4}$s.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

22.4. Sóng điện từ có thể truyền trong môi trường

A. chỉ có môi trường rắn.

B. chỉ có môi trường lỏng.

C. chỉ có trong môi trường khí.

D. cả trong môi trường rắn, lỏng, khí và chân không.

22.5. Chọn câu **đúng** trong các câu dưới đây:

A. Dao động điện từ trong máy phát dao động điều hòa có tần số bằng tần số riêng của mạch dao động LC.

B. Máy phát dao động điều hòa là hệ dao động điện từ cưỡng bức nên dao động điện từ có tần số khác tần số riêng của mạch dao động.

C. Trong máy phát dao động điều hòa dùng tranzito thì dao động điện từ có biên độ giảm dần theo thời gian.

D. Trong máy phát dao động điều hòa phần năng lượng nhận được từ nguồn điện trong mỗi chu kì phải lớn hơn phần năng lượng hao phí do tỏa nhiệt mới có thể duy trì được dao động điện từ.

22.6. Trong sóng điện từ, điện trường luôn

A. song song với từ trường và phương truyền của sóng

B. vuông góc với từ trường và phương truyền của sóng

C. vuông góc với từ trường và vuông góc với phương truyền của sóng.

D. cả A,B,C đều sai

22.7. Trong chân không vận tốc truyền của sóng điện từ

A. phụ thuộc vào tần số của sóng

B. phụ thuộc vào bước sóng

C. là một hằng số

D. không phụ thuộc vào các đại lượng trên

22.8. Từ trường của sóng điện từ, tại một thời điểm nào đó có độ lớn là B. Độ lớn tương ứng điện trường của sóng thỏa mãn yếu tố nào sau đây.

A. Tỉ lệ với B | B. Tỉ lệ với B^2

C. Tỉ lệ với 1/B | D. Không liên hệ với B

22.9. Hai bản song song cách nhau khoảng d(m) và được đặt dưới hiệu thế U. Cường độ điện trường giữa hai bản là

A. E = U/d | B. E = U.d

C. E = d/U | D. Không phải điều nào ở trên

22.10. Điện dung của tụ điện có hai bản phẳng song song cách nhau một khoảng d, cho bởi công thức

A. $C = \varepsilon_0\varepsilon S/d$ B. $C = d/\varepsilon_0\varepsilon S$

C. $C = \varepsilon_0\, d/\varepsilon S$ D. $C = \varepsilon_0\, \varepsilon S\, d$

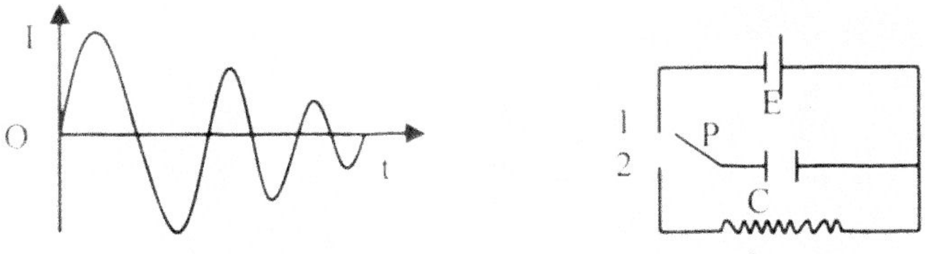
22.11. Hình vẽ 5.3(a) diễn tả sự phụ thuộc thời gian của cường độ dòng điện diễn ra trong mạch dao động ở hình 5.3(b) sau khi chuyển ngắt P từ chốt 1 sang chốt 2. Quá trình giảm dần biên độ của cường độ dòng điện là do

A. điện trở của các dây dẫn trong mạch.

B. bức xạ sóng điện từ.

C. toả nhiệt và bức xạ sóng điện từ.

D. toả nhiệt và điện trở của các dây dẫn trong mạch.



(a) Hình 5.3 (b)

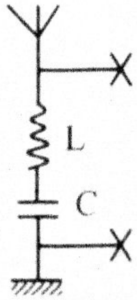
22.12. Mạch cộng hưởng cho trên hình vẽ 5.4 dưới đây được dùng để thu các sóng trung. Để mạch có thể thu được các sóng dài thì cần phải

A. tăng điện dung cho tụ điện.

B. nối một tụ điện nối tiếp vào tụ đã có sẵn trong mạch.

C. mát hoá hay nối đất ăngten.

D. giảm số vòng dây của cuộn cảm L.



Hình 5.4

22.13. Một mạch dao động gồm một tụ điện có điện dung C và cuộn cảm L. Điện trở thuần của mạch R = 0. Biết biểu thức của dòng điện qua mạch là: $i = 4.10^{-2}\sin(2.10^7t)$. Cho độ tự cảm $L = 10^{-4}$ H. Biểu thức của hiệu điện thế giữa hai bản tụ có dạng

A. $u = 80\sin(2.10^7t)$ (V). B. $u = 10^{-8}\sin(2.10^7t)$ (V).

C. $u = 80\sin(2.10^7t + \frac{\pi}{2})$ (V). D. $u = 10^{-8}\sin(2.10^7t + \frac{\pi}{2})$ (V).

22.14. Khung dao động gồm cuộn thuần cảm L (có r = 0) và 2 tụ điện C_1, C_2. Khi mắc C_1 và C_2 nối tiếp vào L thì tần số riêng của khung là 50Hz. Hỏi khi mắc riêng từng tụ C_1, C_2 vào L thì tần số dao động riêng của mỗi khung là bao nhiêu ? Chọn đáp án đúng:

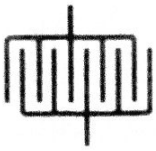
A. f = 2500kHz B. f = 30kHz C. f = 40kHz
f' = 2400kHz f' = 40kHz f' = 30kHz

D. Không có nghiệm vì $(f_1 - f_2)^2 < 0$.

22.15. Một tụ điện 10 bản giống hệt nhau lắp xen lẻ nhau như ở hình 5.5, diện tích phần đối diện của mỗi bản là $S = 3,14cm^2$, khoảng giữa 2 bản kề nhau là 0,5mm chứa đầy không khí. Tụ điện trên được mắc với cuộn cảm có L = 5mH tạo thành mạch dao động. Bước sóng mà mạch dao động này thu được là:

A. $\lambda = 9420m$. B. $\lambda = 942m$.

C. $\lambda = 180m$. D. $\lambda = 1035m$.



Hình 5.5

Chủ đề 23 SỰ PHÁT VÀ THU SÓNG ĐIỆN TỪ

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Trong thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến, ta phải dùng sóng điện từ cao tần. Muốn sóng mang cao tần tải được các tín hiệu âm tần thì phải biến điệu chúng. Anten là bộ phận nằm ở lối ra của máy phát hoặc lối vào máy thu. Các bài toán trong chủ đề này tập trung vào hai dạng:

Dạng 1: Tập trung vào việc tính toán các đại lượng đặc trưng cho khung dao động ở trong các máy phát hoặc thu sóng điện từ sao cho có thể xảy ra hiện tượng cộng hưởng. Như vậy các bài toán dạng này quy về xác định các yếu tố như: R, L, C của khung dao động

Dạng 2. Tập trung tính toán các yếu tố về năng lượng khung dao động để có thể truyền sóng điện từ. Dạng này liên quan đến bước sóng của sóng điện từ phát hoặc thu.

Các công thức:

+ Chu kì, tần số: $T = 2\pi\sqrt{LC}$ và $f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

+ Năng lượng : $W = W_đ + W_t = \dfrac{q_0^2}{2C} = \dfrac{1}{2}LI_0^2 = const$

+ Bước sóng điện từ (trong chân không)

$$\lambda = \frac{c}{f} = cT = 2\pi c\sqrt{LC} \quad (c = 3.10^8\ m/s)$$

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 23.1

Mạch dao động bắt tín hiệu của một máy thu vô tuyến điện gồm một cuộn cảm L = 25μH có điện trở không đáng kể và một tụ xoay có điện dung *điều chỉnh được. Điện dung phải có giá trị trong khoảng nào để máy thu bắt được sóng ngắn trong phạm vi từ 16m đến 50m.*

Bài giải:

Cho: $L = 25\mu H$; $\lambda_1 = 16m$; $\lambda_2 = 50m$

Xác định: $C_1 = ?$; $C_2 = ?$

Phân tích: Mạch dao động của máy thu vô tuyến sẽ cộng hưởng với những sóng điện từ tần số bằng tần số dao động điện từ riêng của mạch có nghĩa là: $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ (trong đó L: là độ tự cảm của cuộn dây cảm ứng và C là điện dung của tụ điện trong mạch dao động). Tần số liên hệ với bước sóng bởi hệ thức: $\lambda = \frac{c}{f} = c.2\pi\sqrt{LC}$ (với $c = 3.\ 10^8$m/s là vận tốc ánh sáng trong chân không). Như vậy nếu biết giá trị của L và C, ta sẽ dễ dàng xác định được tần số f và bước sóng λ của sóng điện từ thu được khi điều chỉnh để có cộng hưởng điện từ.

Giải

Dùng công thức: $\lambda = c.2\pi.\sqrt{LC} \rightarrow C = \frac{\lambda^2}{c^2.4\pi^2.L.f^2}$

Với λ = 16m ta có: $C_1 = \frac{16^2}{\left(3.10^8\right)^2.4\pi^2.25.10^{-6}} = 28{,}1.10^{-12}\ (F) = 28{,}1pF$

Vậy miền biến thiên của điện dung tụ điện: $C = 2{,}88pF \div 28{,}1pF$.

Đáp số: $C = 2{,}88pF \div 28{,}1pF$

Thí dụ 23.2

Một máy vô tuyến điện định vị tại một vị trí cách mục tiêu một khoảng bằng 50km. Máy phát ra một tín hiệu vô tuyến (sóng điện từ). Hỏi sau khoảng thời gian bao lâu tín hiệu bị phản xạ trên mục tiêu lại quay trở về máy định vị này (xem như vận tốc truyền của sóng trong không khí gần bằng vận tốc truyền trong chân không c)

Bài giải:

Cho: $l = 50km = 5.10^4m$

Xác định: $t = ?$

Phân tích và giải: Tín hiệu vô tuyến (sóng điện từ) truyền đi trong không gian với vận tốc bằng vận tốc ánh sáng truyền trong chân không. Do đó khoảng thời gian cần thiết để tín hiệu truyền tới gặp mục tiêu và phản xạ quay trở về máy định vị sẽ bằng: $t = \frac{2.l}{c}$ (trong đó l là khoảng cách từ máy định vị tới mục tiêu còn $c = 3.10^8$ m/s là vận tốc ánh sáng trong chân không).

Theo điều kiện bài toán ta tìm được: $t = 3,3.10^{-4}$s.

Đáp số: $t = 3,3.10^{-4}$s.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

23.3. Mạch dao động của một máy thu vô tuyến điện có tụ điện biến thiên trong khoảng $C = (15 \div 860)$pF. Muốn máy thu có thể bắt được sóng ngắn và sóng trung $\lambda = (10 \div 1000)$m thì bộ cuộn cảm trong mạch phải có độ tự cảm biến thiên trong giới hạn là bao nhiêu ?

Đáp số: $\Delta l = (1,87 \div 327,3)$ μH.

23.4. Khung dao động điện từ ($L = 10$mH) được cung cấp năng lượng 4.10^{-6}J để dao động tự do. Xác định cường độ dòng điện trong khung tại thời điểm năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường.

Đáp số: $I = 0,02$ A.

23.5. Khi mắc tụ C_1 vào khung dao động thì tần số dao động riêng của khung là $f_1 = 9$ kHz. Khi ta mắc tụ C_2 thì tần số dao động riêng của khung là 12 kHz. Vậy khi mắc tụ C_1 nối tiếp tụ C_2 vào khung thì tần số dao động riêng của khung là bao nhiêu ?

Đáp số: $f = 15$ kHz

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

23.6. Cả hai tia γ và sóng truyền thanh đều là sóng điện từ nhưng

A. tia γ có bước sóng ngắn hơn sóng truyền thanh

B. tia γ có bước sóng dài hơn sóng truyền thanh

C. tia γ và sóng truyền thanh có bước sóng bằng nhau

D. Không có điều nào ở trên đúng

23.7. Cấu trúc của tầng điện li là

A. mặt cầu chứa ion

B. tầng electron và điện tích dương nằm trên cao của bầu khí quyển

C. mặt cầu không khí chứa ion

D. mặt cầu không thể xác định được

23.8. Biến điệu tần số là phương pháp cần thiết

A. cho việc nhận sóng vô tuyến

B. cho việc truyền sóng vô tuyến

C. cho việc nhận và truyền sóng vô tuyến

D. không phải điều nào ở trên

23.9. Muốn giảm tần số dao động riêng trong mạch LC xuống 4 lần thì

A. giảm độ tự cảm của cuộn dây xuống một nửa.

B. giảm độ tự cảm của cuộn dây xuống còn 1/4.

C. tăng điện dung của tụ lên 16 lần.

D. tăng điện dung của tụ lên 4 lần.

23.10. Khi mạch LC có dao động thì

A. có một dòng điện biến đổi qua cuộn dây.

B. dòng điện trong mạch có giá trị cực đại $I_0 = Q_0\omega^2$

C. hiệu điện thế trong mạch có giá trị cực đại $U_0 = L\omega^2$.

D. trong cuộn cảm xuất hiện suất điện động $e = L(di/dt)$.

23.11. Để tìm sóng có bước sóng λ trong máy thu vô tuyến điện, người ta phải điều chỉnh giá trị của điện dung C và độ tự cảm L trong mạch dao động của máy. Giữa λ, L, và C phải thoả mãn hệ thức

A. $2\pi\sqrt{LC} = \dfrac{\lambda}{c}$ B. $2\pi\sqrt{LC} = \lambda c$

C. $2\pi\sqrt{LC} = \dfrac{c}{\lambda}$ D. $\dfrac{\sqrt{LC}}{2\pi} = \dfrac{\lambda}{c}$.

23.12. Một tụ điện có điện dung C = 0,2MF. Để mạch có tần số dao động riêng 500Hz thì hệ số tự cảm của L phải có giá trị bằng bao nhiêu? Cho $\pi^2 = 10$. Chọn đáp án **đúng**

A. L = 0,3 H. B. L = 0,4 H. C. L = 0,5 H. D. L = 1H.

23.13. Trong một mạch dao động cường độ dòng điện dao động là $i = 0{,}01\cos100\pi t$(A). Hệ số tự cảm cuộn dây là 0,2 H. Điện dung của tụ điện là:

A. C = 0,001 F. B. $C = 4.10^{-4}$ F.

C. $C = 5.10^{-4}$ F. D. $C = 5.10^{-5}$ F.

23.14. Một mạch dao động gồm một tụ 4200pF và một cuộn cảm có độ tự cảm 275μH, điện trở thuần 0,5Ω. Phải cung cấp cho mạch một công suất bằng bao nhiêu để duy trì dao động của nó với hiệu điện thế cực đại ở tụ là 6V.

A. P = 513 μW. B. P = 2,15 mW.

C. P = 1,34 mW. D. P = 137 μW.

23.15. Dao động điện từ cần được khuếch đại vì

A. cần tăng năng lượng sóng trước khi phát đi xa.

B. tránh sự tắt dần do điện trở của mạch.

C. dao động điện từ là dao động tắt dần.

D. máy thu cần tín hiệu rõ.

23.16. Sóng FM của Đài tiếng nói Việt Nam có tần số100MHz. Bước sóng là

A. $\lambda = 10$m. B. $\lambda = 3$m. C. $\lambda = 5$m. D. $\lambda = 2$m.

23.17. Một mạch chọn sóng máy thu vô tuyến điện gồm cuộn cảm L = 5μH và một tụ xoay có điện dung biến đổi từ C_1 = 10pF đến C_2 = 250pF. Dải sóng thu được là

A. Δλ = 10,5m – 92,5m.
B. Δλ = 11m – 75m.
C. Δλ = 15,6m – 41,2m.
D. Δλ = 13,3m – 66,6m.

23.18. Mạch dao động bắt tín hiệu của một máy thu vô tuyến điện gồm một tụ điện C = 85pF và một cuộn cảm L = 3μH. Bước sóng λ của sóng thu vô tuyến điện mà mạch điện có thể thu được là

A. λ = 19m.
B. λ = 30m.
C. λ = 41m.
D. λ = 75m.

23.19. Mạch dao động của một máy thu vô tuyến điện có một cuộn cảm với độ tự cảm biến thiên được L = (4,5 ÷ 20)μH và một tụ xoay có điện dung biến thiên C = (8 ÷ 480)pF. Máy đó có thể bắt được các sóng vô tuyến điện trong dải sóng

A. Δλ = (8,4 ÷ 98,3) m.
B. Δλ = (15,2 ÷ 124,6) m.
C. Δλ = (11,3 ÷ 184,7) m.
D. Δλ = (12,81 ÷ 150,6) m.

23.20. Mạch dao động có tụ C = 15000 pF và cuộn cảm L = 5μH, điện trở không đáng kể. Hiệu điện thế cực đại ở hai đầu tụ là 1,2V. Cường độ dòng điện qua mạch bằng

A. I = 0,046 A.
B. I = 0,4 A.
C. I = 0,2 A.
D. I = 0,46A .

23.21. Khung dao động gồm có cuộn dây L = 2 mH và một tụ phẳng. Khoảng cách giữa hai bản tụ là d = 1cm, điện tích của các bản tụ là S = 800 cm^2, chất cách điện giữa hai bản tụ có ε = 11. Khung sẽ cộng hưởng với sóng điện từ có bước sóng bằng

A. λ = 250 m.
B. λ = 2000 m.
C. λ = 235 m.
D. λ = 2350 m.

23.22. Một máy phát dao động điều hoà cao tần phát ra dao động điện từ có tần số thấp nhất là f_1 = 100 kHz và tần số cao nhất là f_2 = 26 MHz. Dải bước sóng của máy phát ra là

A. λ từ 300m đến 1,2m.
B. λ từ 3km đến 11,5m.
C. λ từ 30m đến 0,12m.
D. λ từ 3m đến 0,12m

23.23. Mạch vào của một máy thu rađiô là một khung dao động gồm một cuộn dây và một tụ điện biến đổi. Điện dung của tụ điện này có thể thay đổi từ C_1 đến 81C_1. Khung dao động này cộng hưởng với bước sóng bằng 20m ứng với giá trị C_1. Dải bước sóng mà máy thu được là

A. λ từ 20 m đến 1,62 km.
B. λ từ 20 m đến 162 m
C. λ từ 20 m đến 180 m .
D. λ từ 30m đến 120m

23.24. Khung dao động có thể cộng hưởng trong dải bước sóng từ 100 m đến 2000 m. Khung này gồm cuộn dây và một tụ phẳng có thay đổi khoảng cách giữa hai bản tụ. Với dải sóng mà khung cộng hưởng được thì khoảng cách giữa hai bản tụ thay đổi là

A. n = 20 lần. B. n = 400 lần.

C. n = 200 lần. D. Không tính được vì thiếu dữ kiện.

23.25. Tín hiệu nhận được, ở mặt đất, từ một vệ tinh thông tin có cường độ là $1,1.10^{-9}$ W/m^2. Vùng phủ sóng có đường kính 1000km. Công suất phát sóng điện từ của ăng-ten trên vệ tinh là

A. W = 860W. B. W = $8,6.10^3$J.

C. W = $0,86.10^3$W. D. W = 8,6J.

23.26. Sóng của một đài phát có $\lambda = \frac{10}{3}$ m. Tần số f của sóng này là

A. f = 90 MHz; B. f = 100 MHz;

C. f = 80 MHz; D. f = 60 MHz.

23.27. Cường độ tức thời của dòng điện trong một mạch dao động là:

$i(t) = 65\sin(2500t + \frac{\pi}{3})$ (mA). Tụ điện trong mạch có điện dung $\dot{C}$ = 750 nF.

Tìm độ tự cảm của cuộn cảm. Chọn đáp án **đúng**:

A. L = 213mH. B. L = 548mH.

C. L = 125mH. D. L = 374mH.

23.28. Một ăng–ten ra đa phát ra những sóng điện từ đến một máy bay đang bay về phía rađa. Thời gian từ lúc ăng–ten phát sóng đến lúc nhận sóng phản xạ trở lại là 120μs. Tính khoảng cách từ máy bay đến ăng–ten ra đa ở thời điểm sóng điện từ phản xạ từ máy bay. ăng–ten quay với vận tốc 0,5 vòng/s, ở vị trí của đầu vòng quay tiếp theo ứng với hướng của máy bay ăng–ten lại phát sóng điện từ. Thời gian từ lúc phát đến lúc nhận lần này là 117μs. Vận tốc của ánh sáng trong không khí bằng 3.10^8 m/s. Vận tốc trung bình của máy bay có thể là:

A. v = 22,5m/s. B. v = 225m/s.

C. v = 2250m/s. D. v = 225km/s.

23.29. Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm cuộn dây có hệ số tự cảm L = 4μH và một tụ C = 20nF.

a. Bước sóng điện từ mà mạch thu được là

A. λ = 533m. B. λ = 333m.

C. λ = 53,3m. D. λ = 33,3m.

b. Để mạch bắt được sóng có bước sóng trong khoảng từ 60m đến 120m thì cần phải mắc thêm tụ xoay C_V như thế nào? Tụ xoay có điện dung biến thiên trong khoảng nào? Lấy $\pi^2 = 10$; $c = 3.10^8$m/s. Chọn đáp án đúng:

A. Mắc C_v nối tiếp: $C_V = \dfrac{C.C_b}{C - C_b}$; $0,253nF \le C_v \le 1,053nF$.

B. Mắc C_v song song: $C_V = \dfrac{C.C_b}{C - C_b}$; $0,253nF \le C_v \le 1,053nF$.

C. Mắc C_v song song: $C_V = \dfrac{C.C_b}{C - C_b}$; $2,53nF \le C_v \le 10,053nF$.

D. Mắc C_v nối tiếp: $C_V = \dfrac{C.C_b}{C - C_b}$; $2,53nF \le C_v \le 10,53nF$.

23.30. Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm một cuộn dây có độ tự cảm L và một bộ tụ điện gồm tụ điện cố định C_o mắc song song với tụ xoay C_X. Tụ xoay có điện dung biến thiên từ $C_1 = 10$ pF đến $C_2 = 250$ pF khi góc xoay biến thiên từ 0^0 đến 120^0, mạch thu được sóng điện từ có bước sóng trong dải từ $\lambda_1 = 10$m đến $\lambda_2 = 30$m. Cho biết điện dung của tụ điện là hàm bậc nhất của góc xoay.

a. Giá trị của L và C_0 tham gia trong mạch là

A. $L = 9,4$ (H), $C_0 = 2$pF.
B. $L = 4,4.10^{-7}$(H), $C_0 = 20$F.
C. $L = 9,4.10^{-7}$(H), $C_0 = 20$pF.
D. $L = 4,4.10^{-7}$(H), $C_0 = 2$pF.

b. Để mạch thu được sóng có bước sóng $\lambda = 20$m thì góc xoay của bản tụ bằng bao nhiêu? Cho $c = 3.10^8$m/s. Chọn đáp án **đúng**:

A. $\varphi = 60^0$.
B. $\varphi = 30^0$.
C. $\varphi = 45^0$.
D. $\varphi = 75^0$.

23.31: Khi tụ có $C_0 = 51,93$ pF người ta bắt được sóng 19,2 m của đài phát. Biết sóng 19,2m được duy trì bởi một suất điện động hiệu dụng $e = 1\ \mu V$. Cường độ dòng điện cực đại trong khung khi có cộng hưởng là

A. $I = 1\mu A$.
B. $I = 1mA$.
C. $I = 0,01A$.
D. $I = 2mA$.

Chương VI

TÍNH CHẤT SÓNG ÁNH SÁNG

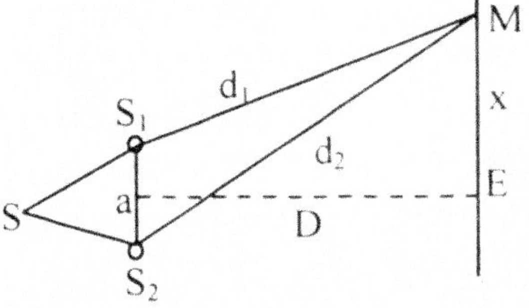
I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Sự tán sắc ánh sáng: là hiện tượng phân tán một chùm sáng phức tạp thành chùm sáng đơn sắc.

- Bản chất của sự tán sắc là do chiết suất của thuỷ tinh biến thiên theo màu sắc của ánh sáng và biến thiên dần từ màu đỏ đến màu tím.
- Ánh sáng trắng không phải là ánh sáng đơn sắc mà là hỗn hợp của nhiều ánh sáng đơn sắc có màu biến thiên liên tục từ màu đỏ đến màu tím
- Những chùm sáng sau khi đi qua lăng kính bị lệch về phía đáy nhưng không bị đổi màu gọi là ánh sáng đơn sắc.

2. Sự nhiễu xạ và giao thoa ánh sáng:

- Trong một số trường hợp, tia sáng có thể đi quanh qua phía sau một vật cản. Khi đó ta nói vật cản có sự nhiễu xạ ánh sáng và ánh sáng có tính chất sóng.



Hình 6.1

- Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có tần số hoặc bước sóng trong chân không, hoặc có chu kì hoàn toàn xác định.
- Hai chùm sáng từ hai nguồn đồng bộ gặp nhau có thể giao thoa với nhau, khoảng vân i được xác định: $i = \dfrac{\lambda D}{a}$

(λ: bước sóng. $a = F_1F_2$. D khoảng cách từ hai nguồn tới màn – hình 6.1).

+ Hiệu quang trình: $d_1 - d_2 = \dfrac{ax}{D}$

- Điều kiện để M là vị trí vân sáng: $d_1 - d_2 = k\lambda$ (với $k \in Z$)

+ Vị trí vân sáng: $x_s^k = \dfrac{k\lambda D}{a}$ $(k = \pm 1, \pm 2...)$

+ $k = 0 \Rightarrow x_s^0 = 0$ vân sáng trung tâm.

+ $k = 1 \Rightarrow x_s^1 = \dfrac{\lambda D}{a}$ vân sáng bậc 1

- Điều kiện để M là vị trí vân tối: $d_1 - d_2 = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$ (với $k \in Z$)

+ Vị trí vân tối: $x_T^k = \dfrac{(2k+1)\lambda D}{2a}$ $(k = \pm 1, \pm 2....)$

Khi k = 0 $\Rightarrow x_T^0 = \dfrac{\lambda D}{2a}$ vân tối thứ nhất

Khi k = 1 $\Rightarrow x_s^1 = \dfrac{3\lambda D}{2a}$ vân tối thứ 2

3. Các loại quang phổ

- Đường cong tán sắc của một chất trong suốt là đường biểu diễn sự biến thiên của chiết suất chất ấy theo bước sóng ánh sáng.
- Máy quang phổ là dụng cụ dùng để phân tích một chùm sáng phức tạp thành các thành phần đơn sắc.
- Quang phổ phát xạ là quang phổ của ánh sáng do một chất phát ra, khi chất đó bị nung nóng.
- Quang phổ liên tục là quang phổ gồm nhiều dải màu nối liền nhau một cách liên tục. Chất rắn, chất lỏng, chất khí có khối lượng riêng lớn, khi bị nung nóng đều phát ra quang phổ liên tục. Quang phổ liên tục không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của nguồn sáng chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn, nhiệt độ càng cao miền phát sáng mở rộng về phía bước sóng ngắn vì vậy dùng để xác định nhiệt độ của vật sáng khi bị nung nóng.
- Quang phổ vạch là quang phổ gồm những vạch riêng lẻ ngăn cách nhau bằng những khoảng tối: chỉ chất khí ở áp suất thấp khi bị nung nóng mới phát ra quang phổ vạch. Mỗi nguyên tố hoá học ở trạng thái khí hoặc hơi dưới áp suất thấp, khi bị kích thích, đều phát quang phổ vạch đặc trưng cho nguyên tố đó. Quang phổ vạch của các chất khác nhau thì khác nhau về vị trí, số lượng màu sắc và độ sáng tỉ đối giữa các vạch phổ vì vậy nó được dùng trong việc xác định sự có mặt của một nguyên tố, thành phần của nguyên tố trong hợp chất.

4. Tia hồng ngoại – Tia tử ngoại – Tia Rơnghen

- Tia hồng ngoại là các bức xạ mà mắt không nhìn thấy và ở ngoài vùng màu đỏ của quang phổ ($\lambda \geq 760$nm). Có bản chất là sóng điện từ, tuy nhiên nó không kích thích được thần kinh thị giác nhưng nó có tác dụng nhiệt và tác dụng lên kính ảnh hồng ngoại và bị hơi nước hấp thụ mạnh. Tia hồng ngoại phát sinh từ các vật có nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ của môi trường (thường các vật bị nung nóng).
- Tia tử ngoại là bức xạ mà mắt không thấy được và ở ngoài vùng tím của quang phổ ($\lambda \leq 400$nm). Có bản chất là sóng điện từ, tuy nhiên nó không kích thích được thần kinh thị giác, nhưng có tác dụng lên kính ảnh, làm phát quang một số chất, làm ion hoá không khí và gây ra một số phản ứng quang hoá. Tia tử ngoại phát sinh từ các vật bị nung nóng có nhiệt độ rất

cao trên 2000^0C, vật có nhiệt độ càng cao, thì phổ tử ngoại càng trải dài hơn về phía sóng ngắn.

– Tia Rơnghen (tia X) là sóng điện từ có bước sóng trong khoảng $10^{-8} \div 10^{-11}$ m. Tia X có khả năng đâm xuyên mạnh, có tác dụng lên kính ảnh, làm phát quang một số chất, có khả năng ion hoá chất khí, có tác dụng sinh lí, huỷ diệt tế bào, vi khuẩn vì vậy được dùng trong y học, công nghiệp..

II. PHÂN LOẠI BÀI TẬP

Chủ đề 24 SỰ TÁN SẮC ÁNH SÁNG

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

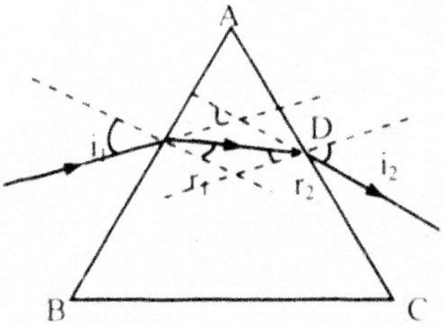
Do chiết suất của môi trường thay đổi theo bước sóng của ánh sáng, khi chùm sáng tổng hợp (gồm nhiều tia sáng đơn sắc) đến mặt phân cách hai môi trường với cùng một góc tới, sẽ bị khúc xạ trong môi trường thứ hai với những góc khúc xạ khác nhau, do đó có hiện tượng tán sắc ánh sáng. Trên cơ sở đó, các bài toán về tán sắc ánh sáng thực chất là các bài toán về các hiện tượng khúc xạ và phản xạ toàn phần ở mặt phẳng phân cách các môi trường trong suốt (đặc biệt là lăng kính). Vì vậy, cần nắm vững các công thức sau:

+ Phản xạ: $i = i'$

+ Khúc xạ: $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$

+ Phản xạ toàn phần: $\sin i_{gh} = \dfrac{n_2}{n_1}$ $(n_2 > n_1)$

+ Các công thức về lăng kính (hình 6.2):



Hình 6.2

– Nếu lăng kính đặt trong không khí ($n_1 = 1$),

Tại I: $\sin i = n \sin r$; Tại I': $\sin i' = n \sin r'$

Góc chiết quang: $A = r + r$;

Góc lệch D: $D = i + i' - \hat{A}$

Khi góc tới i và chiết quang $\hat{A}$ nhỏ: $i = nr$; $i' = nr'$; $A = r + r'$; $D = (n - 1)\hat{A}$

Góc lệch cực tiểu D_m: Khi có góc lệch cực tiểu tia tới và tia ló đối xứng nhau qua mặt phẳng phân giác của góc $\hat{A}$:

$$i = i' = i_m \Rightarrow r = r' = A/2;\ D_m = 2i_m - A \Rightarrow \sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right) = n \sin\left(\frac{A}{2}\right)$$

Điều kiện để có tia ló: $A \le 2i_{gh}$ với $\sin i_{gh} = 1/n$

$i \ge i_0$ với $\sin i_0 = n\sin(a - i_{gh})$

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 24.1

Góc tới của một chùm tia sáng trắng rọi trên mặt phân cách giữa thuỷ tinh và không khí bằng $\alpha_0 = 41^\circ$. Hỏi chùm tia sáng trắng này có thể ló ra khỏi thuỷ tinh đi vào không khí được không nếu chiết suất tuyệt đối của thuỷ tinh đối với ánh sáng đỏ và ánh sáng tím tương ứng bằng $n_1 = 1,51$ và $n_2 = 1,53$?

Bài giải:

Cho: $\alpha_0 = 41^\circ$; $n_1 = 1,51$; $n_2 = 1,53$

Xác định: $\alpha_{01} = ?$, $\alpha_{02} = ?$

Phân tích:

Như ta đã biết, chùm tia sáng bao gồm nhiều chùm tia sáng đơn sắc khác nhau có các màu từ đỏ tới tím. Góc tới $\alpha_0 = 41^\circ$ có giá trị bằng góc giới hạn phản xạ toàn phần của chùm tia sáng trắng đối với thuỷ tinh – không khí.

Muốn biết chùm tia sáng trắng có ló ra khỏi thuỷ tinh đi vào không khí được không ta phải xác định những góc giới hạn phản xạ toàn phần đối với mọi ánh sáng đơn sắc trong ánh sáng trắng. Ta chỉ cần xác định các góc giới hạn phản xạ toàn phần của chùm tia sáng đỏ và của chùm tia sáng tím đối với thuỷ tinh không khí và so sánh các giá trị đó với giá trị α_0 của chùm tia sáng trắng.

Giải

Đối với chùm tia sáng đỏ ta có: $\sin\alpha_{01} = \dfrac{1}{n_1} = 0,662$ nên $\alpha_{01} = 41^\circ 28'$

Đối với chùm tia sáng tím ta có: $\sin\alpha_{02} = \dfrac{1}{n_2} = 0,654$ nên $\alpha_{01} = 40^\circ 49'$

Từ những kết quả tính toán được ở trên ta thấy: $\alpha_{01} > \alpha_0 > \alpha_{02}$

Như vậy chùm tia sáng đỏ có góc giới hạn phản xạ toàn phần lớn hơn góc giới hạn phản xạ toàn phần của chùm tia sáng trắng nên nó sẽ ló ra khỏi thuỷ tinhvà di vào không khí. Còn chùm tia sáng tím có góc giới hạn phản xạ toàn phần nhỏ hơn góc giới hạn phản xạ toàn phần của chùm tia sáng trắng nên nó sẽ bị phản xạ toàn phần trên mặt giới hạn thuỷ tinh không khí và khôn gló ra khỏi thuỷ tinh được. Do đó chùm tia sáng ló ra khỏi thuỷ tinh sẽ không phải là chùm tia sáng trắng nữa vì trong chùm tia sáng này không có đủ tất cả các chùm tia sáng đơn sắc tạo thành chùm tia sáng trắng.

Đáp số: Chùm tia ló ra không phải là chùm tia sáng trắng.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

24.2. Chiếu một chùm tia sáng trắng hẹp song song vào đỉnh của lăng kính có góc chiết quang nhỏ $A = 8^0$ theo phương vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang. Chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng tím là 1,68, đối với tia đỏ là 1,61. Xác định chiều rộng của quang phổ thu được trên màn ảnh đặt cách mặt phẳng phân giác của lăng kính 2 m.

Đáp số: L = 1,96cm

24.3. Chiếu một chùm sáng hẹp song song coi như một tia sáng vào một bể nước dưới góc tới $i = 60^0$. Chiều cao lớp nước trong bể là h = 1m. Dưới đáy bể có một gương phẳng đặt song song với mặt nước. Chiết suất của nước đối với ánh sáng tím là 1,34; đối với ánh sáng đỏ là 1,33.

Tính chiều rộng LM của giải màu quan sát thấy tại mặt nước do chùm sáng ló gây ra.

Đáp số: LM = 1,8cm

24.4. Một chùm sáng màu đỏ song song với trục chính của một thấu kính, cho một điểm sáng màu đỏ nằm cách quang tâm thấu kính đó 50cm. Một chùm sáng màu tím song song với trục chính của thấu kính trên, cho một điểm sáng tím. Cho biết chiết suất của thuỷ tinh làm thấu kính đối với ánh sáng đỏ là 1,6 và đối với ánh sáng tím là 1,64. Xác định khoảng cách giữa hai điểm ảnh màu tím và màu đỏ.

Đáp số: l = 3cm.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

24.5. Hiện tượng nào sau đây chứng tỏ ánh sáng có tính chất sóng

A.phản xạ ánh sáng.
B. tán sắc ánh sáng.
C. giao thoa ánh sáng.
D. phân cực ánh sáng.

24.6. Nguyên nhân của sự khúc xạ ánh sáng là do

A.chiết suất của môi trường khác nhau thì khác nhau.
B. phương truyền ánh sáng của môi trường khác nhau thì khác nhau.
C. tần số ánh sáng trong môi trường khác nhau thì khác nhau.
D.vận tốc truyền ánh sáng trong môi trường khác nhau thì khác nhau.

24.7. Chiếu một tia sáng trắng qua một lăng kính. Tia sáng sẽ tách ra thành chùm tia có màu khác nhau. Hiện tượng này gọi là

A. giao thoa ánh sáng.
B. tán sắc ánh sáng.
C. khúc xạ ánh sáng.
D. nhiễu xạ ánh sáng.

24.8. Tại sao khi đi qua lớp kính cửa sổ, ánh sáng trắng không bị tán sắc thành các màu cơ bản?

A. Vì kính cửa sổ là loại thuỷ tinh không tán sắc ánh sáng.
B. Vì kính cửa sổ không phải là lăng kính nên không tán sắc ánh sáng.

C. Vì do kết quả của tán sắc, các tia sáng màu đi qua lớp kính và ló ra ngoài dưới dạng những chùm tia chồng chất lên nhau, tổng hợp trở lại thành ánh sáng trắng.

D. Vì ánh sáng trắng ngoài trời là những sóng không kết hợp, nên chúng không bị tán sắc.

24.9. Ánh sáng trắng qua lăng kính thuỷ tinh bị tán sắc, ánh sáng màu đỏ bị lệch ít hơn ánh sáng màu tím, đó là do

A. ánh sáng trắng bao gồm vô số ánh sáng màu đơn sắc có một tần số khác nhau và do chiết suất của thuỷ tinh đối với sóng ánh sáng có tần số nhỏ thì nhỏ hơn so với sóng ánh sáng có tần số lớn hơn.

B. vận tốc ánh sáng đỏ trong thuỷ tinh lớn hơn so với ánh sáng tím.

C. tần số của ánh sáng đỏ lớn hơn của ánh sáng tím.

D. chiết suất thuỷ tinh đối với ánh sáng đỏ nhỏ hơn với ánh sáng tím.

24.10. Chiết suất của một môi trường trong suốt đối với các ánh sáng đơn sắc khác nhau là đại lượng

A. không đổi, có giá trị như nhau đối với tất cả các ánh sáng màu từ đỏ đến tím.

B. thay đổi, chiết suất là lớn nhất đối với ánh sáng đó và nhỏ nhất đối với ánh sáng tím.

C. thay đổi, chiết suất nhỏ nhất đối với ánh sáng đỏ và lớn nhất đối với ánh sáng tím.

D. thay đổi, chiết suất lớn nhất đối với ánh sáng màu lục, còn đối với các màu khác chiết suất nhỏ hơn.

24.11. Hiện tượng quang học nào được sử dụng trong máy phân tích quang phổ?

A. Hiện tượng khúc xạ ánh sáng. B. Hiện tượng giao thoa ánh sáng.

C. Hiện tượng phản xạ ánh sáng. D. Hiện tượng tán sắc ánh sáng.

24.12. Quan sát ánh sáng phản xạ trên các váng dầu, mỡ hoặc bong bóng xà phòng, ta thấy những vầng màu sặc sỡ. Đó là hiện tượng:

A. tán sắc ánh sáng của ánh sáng trắng.

B. giao thoa ánh sáng của ánh sáng trắng.

C. nhiễu xạ ánh sáng.

D. phản xạ ánh sáng.

24.13. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng

A. có màu và bước sóng nhất định, khi đi qua lăng kính sẽ bị tán sắc.

B. có một màu nhất định và một bước sóng không xác định, khi đi qua lăng kính sẽ bị tán sắc.

C. có một màu và một bước sóng xác định, khi đi qua lăng kính không bị tán sắc.

D. có một màu và bước sóng không xác định, khi đi qua lăng kính không bị tán sắc.

24.14. Khi chiếu một chùm ánh sáng trắng qua một lăng kính,

A. thì chùm sáng đó bị phân tích thành vô số tia đơn sắc từ đỏ đến tím, tia đỏ ít lệch nhất, tia tím lệch nhiều nhất.

B. thì thấy rằng ánh sáng trắng là tập hợp vô số ánh sáng đơn sắc có bước sóng từ 0,4μm tới 0,75μm tương ứng với các màu từ tím tới đỏ.

C. thì các tia sáng đơn sắc có cùng góc tới. Tuy nhiên, chiết suất của lăng kính phụ thuộc vào màu sắc của chúng, giá trị đó tăng dần từ đỏ tới tím vì vậy sau hai lần khúc xạ, tia đỏ ít lệch nhất, tia tím lệch nhiều nhất (góc lệch D đồng biến với chiết suất n)

D. Cả 3 nhận xét trên đều không đúng

24.15. Quan sát một lớp váng dầu trên mặt nước ta thấy những quầng màu khác nhau, đó là do

A. ánh sáng trắng qua lớp dầu bị tán sắc.

B. màng dầu có bề dày không bằng nhau, tạo ra những lăng kính có tác dụng làm cho ánh sáng bị tán sắc.

C. màng dầu có khả năng hấp thụ và phản xạ khác nhau đối với các ánh sáng đơn sắc trong ánh sáng trắng.

D. mỗi ánh sáng đơn sắc trong ánh sáng trắng sau khi phản xạ ở mặt trên và mặt dưới của váng dầu giao thoa với nhau tạo ra những vân màu đơn sắc.

24.16. Hiện tượng giao thoa ánh sáng là sự chồng chất của 2 sóng thoả mãn điều kiện

A. cùng tần số, cùng chu kì.

B. cùng biên độ, cùng tần số.

C. cùng pha, cùng biên độ.

D. cùng tần số và có độ lệch pha không đổi.

Chủ đề 25 HIỆN TƯỢNG GIAO THOA CỦA ÁNH SÁNG ĐƠN SẮC

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Hiện tượng giao thoa của ánh sáng đơn sắc có các tính chất tương tự như giao thoa sóng cơ học, vì vậy, cách giải các bài toán về hai hiện tượng này gần giống nhau. Tuy nhiên, do phương pháp quan sát các vân giao thoa khác nhau, dẫn đến các công thức mô tả mối liên quan giữa các đại lượng trong hiện tượng cũng khác nhau. Ta có thể tóm tắt cách giải như sau:

1. Vẽ đường đi của tia sáng (từ một nguồn (S) tạo ra hai nguồn kết hợp (S_1 và S_2), màn M) qua các môi trường và các quang cụ theo các điều kiện đã cho của bài toán

2. Xác định trường giao thoa, hệ vân, vân trung tâm....

3. Xác định các đại lượng: khoảng cách hai nguồn a; khoảng cách D; khoảng vân i và bước sóng λ...trên cơ sở điều kiện cụ thể của bài toán.

4. Chọn đáp án và trả lời

Khi giải cần lưu ý một số vấn đề sau:

+ S_1 và S_2 là hai nguồn đồng pha đặt trong không khí:

– Hiệu quang trình: $\delta = d_2 - d_1 = \dfrac{ax}{D}$

– Khoảng vân: $i = \dfrac{D\lambda}{a}$

– Vị trí vân sáng: $\delta = \dfrac{ax}{D} = k\lambda$

$|k|$ là bậc giao thoa: k = 0 vân sáng trung tâm, k = ±1 vân sáng thứ nhất và k = ± 2 vân sáng thứ hai.

– Vị trí vân tối: $x = (k + 1/2)\dfrac{ax}{D}$ (k= 0 vân tối thứ nhất.....)

– Khoảng cách giữa vân sáng thứ m và n (n > m):

$$l = x_n - x_m = (n - m)i \Rightarrow i = \frac{l}{n - m} \qquad (m, n \in K)$$

+ Một số công thức khác:

– Khoảng cách giữa vân sáng thứ m và vân tối thứ n (n > m)

$$l = xn - xm = ni - (m + 1/2)i \qquad (m, n \in K)$$

– Số vân trong trường giao thoa:

* Số khoảng vân: n = L/i (L chiều rộng trường)

* Số vân tối đa: m = [n] + 1 ([n] là phần nguyên của n)

* Số vân sáng luôn nguyên lẻ: $n = 2\left[\dfrac{L}{2i}\right] + 1$

* Số vân tối luôn nguyên chẳn: $m = 2\left[\dfrac{L}{2i} + \dfrac{1}{2}\right]$

Vì các đại lượng trong các công thức phần lớn là đại lượng đo chiều dài nên trong quá trình áp dụng bằng số, không nhất thiết phải đổi thành hệ đơn vị cơ bản (m) mà chỉ cần thống nhất một thang đơn vị là được.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 25.1

Trong thí nghiệm gương phẳng Fresnen, khoảng cách giữa các ảnh ảo S_1 và S_2 của nguồn sáng S là a = 0,5mm, còn khoảng cách từ S_1 và S_2 đến màn chắn P là D = 5m. Hãy xác định bước sóng của chùm tia sáng xanh lục nếu cực đại sáng thứ nhất của nó nằm trên màn chắn P cách vân trung tâm O một khoảng x = 5mm.

Bài giải:

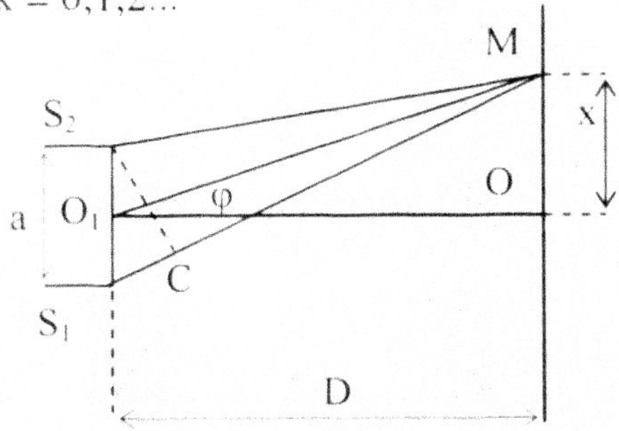
Cho: a = 0,5mm, D = 5000mm
x = 5mm

Xác định: $\lambda = ?$

Phân tích: Như chúng ta đã biết các cực đại sáng trên màn chắn P sẽ nằm tại những vị trí A tương ứng với hiệu đường đi của các tia sáng S_1M và S_2M bằng một số chẵn lần của nửa bước sóng nghĩa là:

$$S_2M - S_1M = 2k.\frac{\lambda}{2} \text{ với } k = 0,1,2...$$

Đối với cực đại sáng thứ nhất (k = 1) nằm tại điểm M cách cực đại sáng giữa O trên màn chắn P một khoảng x = 5mm khá nhỏ so với khoảng cách D = 5m = 5000mm từ các ảnh S_1, S_2 tới màn chắn P, ta có thể viết lại biểu thức trên như sau: $S_2M - S_1M \approx S_1C = \lambda$



Hình 6.3

Như vậy nếu tính được hiệu đường đi S_1C, ta sẽ dễ dàng xác định được bước sóng λ của các chùm tia sáng truyền tới giao thoa với nhau tại điểm A.

Giải

Từ tam giác S_1S_2C (hình 6.3) ta có:

$$S_1C = S_1S_2.\sin\widehat{S_1S_2C} = a.\sin 3\varphi$$

Vì góc φ nhỏ nên ta có thể coi gần đúng: $\sin\varphi \approx \mathrm{tg}\varphi$.

Mặt khác ta lại có: $\widehat{S_1S_2C} = \varphi = \widehat{OO_1M}$ nên: $\mathrm{tg}\varphi = \mathrm{tg}\widehat{OO_1M} = \frac{x}{D}$

Do đó ta suy ra: $\lambda = S_1C = a.\sin\varphi = a.\mathrm{tg}\varphi = a.\frac{x}{D}$ hay $\lambda = 5.10^{-7}$m

Đáp số: $\lambda = 5.10^{-7}$m

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

25.2. Trong thí nghiệm Iâng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe S_1, S_2 là a = 1 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là D = 2m. Chiếu sáng hai khe bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0,6\mu m$. Xác định:

a. Khoảng vân giao thoa trên màn.

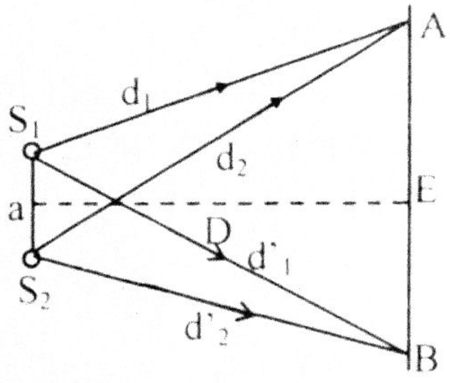
b. Chiếu đồng thời hai bức xạ đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0,6\mu m$ và $\lambda_2 = 0,5\mu m$ vào hai khe thì thấy trên màn có những vị trí có vân sáng của hai bức xạ trùng nhau, gọi là vân trùng. Khoảng cách nhỏ nhất giữa hai vân trùng này là bao nhiêu ?

Đáp số: a. i = 1,2mm; b. Δx = 6mm

25.3. Sự giao thoa ánh sáng của nguồn sáng S phát đồng thời hai bức xạ đơn sắc $\lambda_1 = 0,4\mu m$ và $\lambda_2 = 0,7\mu m$ (đỏ) qua 2 khe hẹp S_1 và S_2. Cho $S_1S_2 = a = 2mm$, khoảng cách từ hai khe đến nguồn là D = 2m. Quan sát giao thoa trên khoảng cách AB = 2cm (A và B đối xứng nhau qua tâm O của màn E – hình 6.4).

a. Xác định độ rộng khoảng vân ứng với hai bước sóng λ_1 và λ_2 .

b. Số lượng, vị trí các vân sáng trùng nhau hai loại ánh sáng trên AB.



Hình 6.4

Đáp số: a. A: $i = 0,4mm$ và $i_2 = 0,7mm$;

b. 7 vân cực đại trùng nhau tại $x_{tn} = 0, \pm 7i_1, \pm 14i_1, \pm 21i_1$

25.4. Trong thí nghiệm Iâng về giao thoa ánh sáng, các khe S_1 và S_2 được chiếu sáng bởi nguồn sáng S. Cho $S_1S_2 = 0,2mm$, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát D = 1m. Biết khoảng cách giữa 6 vân sáng liên tiếp là 1,5cm.

a. Xác định bước sóng λ của ánh sáng do nguồn S phát ra.

b. Dọc nguồn sáng S theo phương song song với hai khe một khoảng y = 15,75mm. Cho biết khoảng cách từ nguồn S đến màn chứa hai khe là L = 0,5m. Vân sáng trung tâm dịch chuyển một khoảng bao nhiêu? vân tại tâm O (tâm màn ảnh*)* là vân sáng hay vân tối?

c. Δx = 3,15cm, ngược chiều với nguồn S, vân sáng.

Đáp số: a. $\lambda = 0,6\mu m$;

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

25.5. Trong thí nghiệm Iâng về giao thoa ánh sáng, các khe S_1, S_2 được chiếu sáng bởi nguồn S. Cho $S_1S_2 = 0,8mm$, khoảng cách D = 1,6m và khoảng vân i = 1mm. Bước sóng ánh sáng đơn sắc trong thí nghiệm là

A. $\lambda = 0,5\mu m$. B. $\lambda = 5\mu m$. C. $\lambda = 0.05\mu m$. D. $\lambda = 50\mu m$.

25.6. Các sóng ánh sáng giao thoa bị triệt tiêu lẫn nhau (xuất hiện vân tối) tại vị trí cố định trong môi trường, nếu tại vị trí này

A. chúng đồng pha và có chu kì bằng nhau.

B. chúng ngược pha nhau và có biên độ bằng nhau.

C. pha của chúng khác nhau một lượng $\frac{\pi}{2}$ và có vận tốc bằng nhau.

D. pha của chúng khác nhau một lượng π và có bước sóng bằng nhau.

25.7. Sau khi thực hiện thí nghiệm giao thoa ánh sáng đơn sắc trong không khí, nếu thay không khí bằng môi trường chiết suất $n > 1$ thì

A. khoảng cách vân không đổi

B. khoảng cách vân giảm

C. khoảng cách vân tăng

D. thiếu yếu tố để giải thích

25.8. Khoảng cách giữa vân trung tâm và vân tối thứ hai là

A. $\lambda D/2$ B. $\lambda D/2.a$ C. $2\lambda Da$ D. $3\lambda D/2a$.

25.9. Khoảng cách giữa vân tối thứ nhất đến vân sáng thứ hai là

A. $4\lambda D/a$ B. $5\lambda D/2a$ C. $7\lambda D/4a$ D.$7\lambda D/2a$

25.10. Khi khoảng cách giữa hai khe Young giảm 1/100 thì khoảng cách giữa hai vân liên tiếp sẽ

A. giảm 1/100 B. tăng 1/100 C. giảm 2/100. D. tăng 2/100.

25.11. Trong thí nghiệm khe Young với $\lambda = 0{,}6\mu m$, $D = 2m$ và $a = 2mm$, bề rộng trường giao thoa là $AB = 5{,}1$ mm. Số vân sáng quan sát được là

A. $n = 5$ B. $n = 7$ C. $n = 8$ D. $n = 11$

25.12. Trong thí nghiệm khe Young với $\lambda = 0{,}6\mu m$, $D = 2m$ và $a = 2mm$, bề rộng trường giao thoa là $AB = 5{,}1mm$. Số vân tối quan sát được là:

A. $n = 6$ B. $n = 8$ C. $n = 10$ D. $n = 12$

25.13. Trong thí nghiệm khe Young với $D = 1{,}5m$ và $a = 2mm$, khoảng cách từ vân trung tâm đến vân kế tiếp là 0,25mm. Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm là

A. $\lambda = 0{,}55\mu m$ B. $\lambda = 0{,}75\mu m$ C. $\lambda = 0{,}4\mu m$ D. $\lambda = 0{,}66\mu m$

25.14. Độ dời của vân trung tâm khi đặt một bản mặt song song bề dày d chiết suất n trước một trong hai khe sáng trong thí nghiêm khe Young là

A. $\Delta x = e(n-1)i/a$ B. $\Delta x = e(n-1)D/\lambda$

C. $\Delta x = e(n-1)\lambda D/D$ D. $\Delta x = e(n-1)i/\lambda$.

25.15. Trong thí nghiệm khe Young với $D = 2m$, $a = 2mm$, bản mặt song song đặt trước một trong hai khe sáng có bề dày $e = 0{,}1mm$ và chiết suất $n = 1{,}5$. Độ dời của vân trung tâm là

A. $x = 5cm$ B. $x = 1cm$ C. $x = 0{,}5cm$ D. $x = 10cm$.

25.16. Trong thí nghiệm giao thoa trong không khí, khoảng cách hai vân liên tiếp là i = 0,6mm. Nếu thực hiện trong môi trường chiết suất n = 4/3 thì khoảng cách giữa hai vân liên tiếp là

A. i' = 0,45mm B. i' = 0,8mm C. i' = 0,6mm D. i' = 0,7mm

25.17. Trong thí nghiệm khe Young với D = 2m, và a = 1,2mm. Nếu độ dời của vân trung tâm là 5mm, vì có đặt một bản mặt song song có chiết suất n = 1,50 trước một khe. Bản mặt đó có độ dày là

A. e = 2μm B. e = 4μm C. e = 2mm D. e = 6μm

25.18. Vận tốc ánh sáng trong không khí là 3.10^8m/s. Vận tốc ánh sáng trong kim cương có chiết suất 5/2 là

A. v = $7,5.10^8$m/s B. v = 12.10^{10}m/s

C. v = 332 m/s D. v = $1,2.10^8$m/s

25.19. Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, các khe S_1 và S_2 được chiếu sáng bởi nguồn sáng S. Cho S_1S_2 = 0,2mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát D = 1m. Biết khoảng cách giữa 6 vân sáng liên tiếp là 1,5cm. Bước sóng λ của ánh sáng do nguồn S phát ra là

A. λ = 0,6μm. B. λ = 6μm. C. λ = 0,06μm. D. λ = 16μm.

25.20. Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe hẹp bằng 1mm và khoảng cách từ hai khe đến màn bằng 2m. Chiếu sáng hai khe bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ, người ta đo được khoảng cách từ vân sáng chính giữa đến vân sáng bậc 4 là 4,5mm. Bước sóng λ của ánh sáng đơn sắc đó bằng

A. λ = 0,5625 μm B. λ = 0,7778 μm

C. λ = 0,8125 μm D. λ = 0,6000 μm

25.21. Một nguồn sáng S là một khe hẹp phát bước sóng đơn sắc có bước sóng λ = 0,5μm, chiếu sáng 2 khe hẹp S_1 và S_2 song song và cách đều S một khoảng L = 0,5m. Khoảng cách giữa S_1 và S_2 là a = 0,5mm. Màn ảnh đặt cách 2 khe một khoảng D = 1m. Trên màn ảnh thu được hệ vân giao thoa. Bề rộng khe S để không nhìn thấy hệ vân giao thoa nữa là

A. a = 1mm. B. a = 500mm.

C. a = 0,25mm. D. a = 0,5mm.

25.22. Hiệu đường đi Δ của hai sóng ánh sáng từ hai nguồn kết hợp có bước sóng λ ở cách nhau một khoảng a đến một điểm M trên màn ảnh đặt cách xa hai nguồn đó một khoảng D được tính bởi biểu thức

A. Δ = x.D/a. B. Δ = λ.D/a.

C. Δ = a.D/x. D. Δ = a.x/D.

25.23. Hai nguồn sáng kết hợp S_1 và S_2 có tần số $f = 6.10^{14}$ Hz ở cách nhau 1mm cho hệ vân giao thoa trên màn ảnh đặt song song, cách hai nguồn một khoảng 1m. Khoảng cách từ vân sáng bậc 1 đến vân sáng bậc 5 là

A. $x_5 - x_1 = 25$mm. B. $x_5 - x_1 = 0{,}5$mm.

C. $x_5 - x_1 = 2$mm. D. $x_5 - x_1 = 2{,}5$mm.

25.24. Trên màn ảnh đặt song song và cách xa hai nguồn S_1 và S_2 một khoảng $D = 0{,}5$m, người ta đo được bề rộng của hệ vân gồm 16 vạch sáng bằng 4,5mm. Tần số sóng ánh sáng của các nguồn là $f = 5.10^{14}$ Hz. Khoảng cách giữa hai nguồn sáng là

A. $a = 1{,}0$mm. B. $a = 0{,}5$mm.

C. $a = 1\mu$m. D. $a = 1{,}1$mm.

Chủ đề 26 HIỆN TƯỢNG GIAO THOA CỦA ÁNH SÁNG CÓ BƯỚC SÓNG KHÁC NHAU

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Trong nhiều trường hợp, có nhiều bức xạ có bước sóng khác nhau cùng đi qua một quang cụ nào đó và tạo ra hiện tượng giao thoa (giao thoa của ánh sáng không đơn sắc). Tuy nhiên, hiện tượng giao thoa chỉ xảy ra với các ánh sáng kết hợp, nên mỗi bức xạ có ánh sáng xác định sẽ tạo ra một hệ vân giao thoa riêng và các hệ vận giao thoa này độc lập lẫn nhau. Vì thế, cách giải bài toán loại này hoàn toàn giống như cách giải trên, nhưng do trên màn xuất hiện nhiều hệ vân giao thoa, có thể có một số hiện tượng đặc biệt xảy ra: Có thể một số vân sáng của các hệ vân khác nhau chồng lên nhau gây ra sự thay đổi màu sắc của hệ vân khi quan sát bằng mắt, hoặc các vân tối có thể trùng nhau tại một nơi... Vì vậy, khi giải toán, ta phải xác định bậc hay bước sóng của các vân thuộc các hệ vân khác nhau chồng lên nhau (ở một vị trí). Để làm được điều đó, ta phải viết phương trình toạ độ của từng vân và so sánh chúng với nhau. Khi giao thoa với ánh sáng trắng, ta có một số lưu ý như sau:

+ Chiều rộng của quang phổ bậc n:

$$\Delta i = n(i_đ - i_t) = n\frac{D}{a}(\lambda_{đỏ} - \lambda_{tím})$$

+ Những bức xạ có vân sáng tại vị trí x:

$$x = k\frac{D\lambda}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ax}{kD} \quad (k \in Z)$$

$$(0{,}4\mu m < \lambda < 0{,}76\mu m)$$

+ Những bức xạ có vân tối tại vị trí x:

$$\lambda = \frac{ax}{\left(k + \frac{1}{2}\right)D} \qquad (k \in Z)$$

$$(0{,}4\mu m < \lambda < 0{,}76\mu m)$$

Từ các công thức trên ta có thể suy ra k, và λ

+ Vị trí vân sáng các bức xạ trùng nhau.

$$x_1 = x_2 \Rightarrow k_1i_1 = k_2i_2 \;\Rightarrow k_1 = k_2\lambda_2/\lambda_1 \qquad (|k_1| = Mn/2i)$$

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 26.1

Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe S_1, S_2 là a = 2,0mm. Nguồn sáng S cách đều hai khe, phát ra ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0{,}60\mu m$. Các vân giao thoa hứng được trên màn E cách hai khe một đoạn D = 2,0m. Bề rộng vùng giao thoa hứng được trên màn E là b = 10,5mm (hình vẽ 6.5).

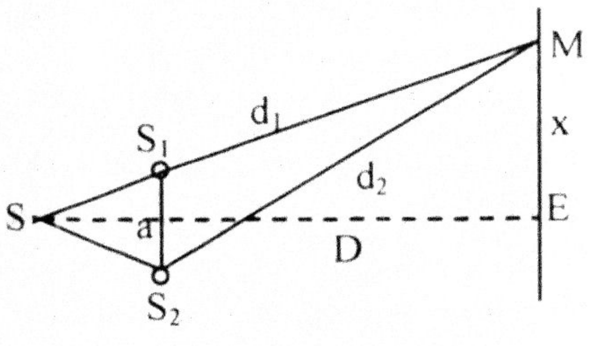
a. Xác định khoảng vân và số vân sáng, số vân tối quan sát được trong bề rộng vùng giao thoa hứng được trên màn E.

b. Giả sử S phát ra hai ánh sáng đơn sắc có các bước sóng $\lambda_1 = 0{,}60\mu m$ và $\lambda_2 = 0{,}48\mu m$. Hỏi ở những vị trí nào trong bề rộng vùng giao thoa quan sát được trên màn E các vân sáng của hai ảnh giao thoa của hai ánh sáng đơn sắc nói trên trùng nhau (tính từ vị trí vân sáng trung tâm).

Bài giải:

Cho: a = 2,0mm; $\lambda_1 = 0{,}60\mu m$;
D = 2,0m; b = 10,5mm; $\lambda_1 = 0{,}60\mu m$
và $\lambda_2 = 0{,}48\mu m$

Xác định: a. i = ?; n_s; n_t = ?
b. vị trí trùng nhau x?



Hình 6.5

Phân tích: Với câu a ta chỉ cần xác định các đại lượng theo các công thức đã biết, tuy nhiên để xác định được số vân sáng và vân tối ta cần phải nắm: vân trung tâm là vân sáng bậc 0 sau đó vân kế tiếp là vân sáng bậc 1, vì vậy nếu ta biết bề rộng trường giao thoa thì nếu số khoảng vân tính ra số lẻ thì số vân sáng sẽ lấy chẵn dưới và số vân tối sẽ lấy chẵn trên.

Vì trên màn xảy ra hiện tượng giao thoa của ánh sáng đa sắc nên, khi giải toán, ta phải xác định bậc hay bước sóng của các vân thuộc các hệ vân khác nhau chồng lên nhau (ở một vị trí). Để làm được điều đó, ta phải viết phương trình toạ độ của từng vân và so sánh chúng với nhau và từ đó suy ra vị trí vân trùng nhau.

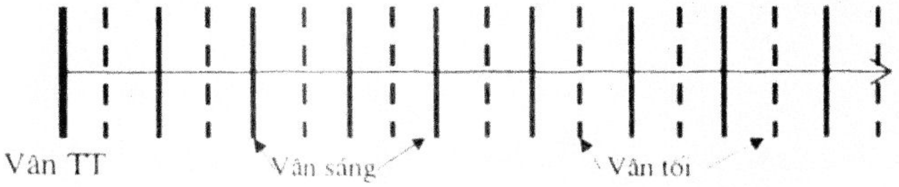
Giải

a. Tính khoảng vân, số vân sáng, vân tối:

+ Công thức : $i = \frac{D}{a}\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{0,6.10^{-6}.2.0}{2,0.10^{-3}} = 0,6.10^{-3}$ (m) = 0,6(mm).

+ Số vân sáng, vân tối trong vùng giao thoa hứng được trên màn.

- Trong vùng giao thoa hứng được có: $\frac{10,5}{0,6} = 17,5$ khoảng vân.
- Ở chính giữa vùng giao thoa có vân sáng trung tâm và về mỗi phía kể từ vân sáng trung tâm sẽ có 8 vân sáng, do đó có tổng cộng quan sát được 17 vân sáng (hình 6.6).



Hình 6.6

- Hai bên vân sáng trung tâm là vân tối, do đó về mỗi phía kể từ vân sáng trung tâm sẽ có 9 vân tối, vậy tổng số vân tối quan sát được là 18 vân tối.

b. Những vị trí quan sát được hai vân sáng trùng nhau:

– Công thức tính vị trí các vân sáng: $x = k\frac{D}{a}\lambda$ → áp dụng cho hai bước sóng tương ứng: $x_1 = \; = k_1\frac{D}{a}\lambda_1$; $x_2 = k_2\frac{D}{a}\lambda_2$

Điều kiện để hai vân sáng trùng nhau: $x_1 = x_2$ với k_1, k_2 nguyên

$\rightarrow k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 \rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{0,48}{0,60} = \frac{4}{5}; \frac{4}{5}$ là phân số tối giản nên để k_1, k_2 nguyên thì $k_1 = n.4$; $k_2 = n.5$ với n là một số nguyên.

Với n = 0 ta có x = 0, hai vân sáng trung tâm trùng nhau.

Với n = 1 → $k_1 = 4$, $k_2 = 5$ → x = 2,4mm (kể từ vân sáng trung tâm) có hai vân sáng trùng

Với n = 2 → $k_1 = 8$, $k_2 = 10$ → x = 4,8mm (kể từ vân sáng trung tâm) có hai vân sáng trùng nhau

Với n ≥ 3 các vân sáng trùng nhau nằm ngoài bề rộng vùng giao thoa hứng được trên màn E.

Đáp số: a. i = 0,6mm; n = 17; m = 18.

b. x = (0; ± 2,4 mm; ± 4,8mm)

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

26.2. Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, các khe S_1, S_2 được chiếu sáng bởi nguồn S. Cho $S_1S_2 = 0{,}8mm$. Khoảng cách $D = 1{,}6m$. Biết rằng khoảng vân đo được là $i = 1mm$:

a. Xác định độ dài bước sóng ánh sáng đơn sắc đó.

b. Xét trường hợp nguồn sáng trắng có bước sóng nằm trong khoảng $0{,}4\mu m < \lambda < 0{,}76\mu m$. Xác định bước sóng các bức xạ đơn sắc có vân sáng trùng với vân sáng bậc 5 của ánh sáng tím (có bước sóng $0{,}4\mu m$).

Đáp số: a. $\lambda = 0{,}5\mu m$; b. $\lambda' = 0{,}67\mu m$ và $0{,}5\mu m$.

26.3. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Young, khoảng cách hai khe S_1S_2 là $a = 1mm$, khoảng cách từ hai khe đến màn là $D = 2m$.

a. Chiếu sáng hai khe bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0{,}571\mu m$. Xác định độ rộng của khoảng vân trong vùng giao thoa.

b. Chiếu đồng thời hai bức xạ đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0{,}602\mu m$ và λ_2 thì thấy vân sáng bậc ba của bức xạ λ_2 trùng với vân sáng bậc hai của bức xạ λ_1. Độ dài bước sóng λ_2 và khoảng vân i_2 là:

Đáp số: a. $i_1 = 1{,}142mm$; b. $\lambda_2 = 0{,}401\mu m$; $i_2 = 0{,}802mm$.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

26.4. Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, các khe S_1, S_2 được chiếu sáng bởi nguồn S. Cho khoảng cách $S_1S_2 = 0{,}8mm$, khoảng cách $D = 1{,}6m$ và khoảng vân $i = 1mm$. Xét trường hợp nguồn sáng trắng có bước sóng nằm trong khoảng $0{,}4\mu m < \lambda < 0{,}76\mu m$.

a. Khoảng vân của hệ vân giao thoa thu được là

A. $i = 0{,}5\mu m$; B. 0,5cm. C. 0,5mm; D. 0,5nm.

b. Toạ độ vân tím bậc 5 là

A. $x_t = 4mm$; B. $x_t = 0{,}4m$ C. $x_t = 4\mu m$; D. $x_t = 0{,}4mm$

c. Bước sóng các bức xạ đơn sắc có vân sáng trùng với vân sáng bậc 5 của ánh sáng tím (có $\lambda = 0{,}4\mu m$) là

A. $\lambda' = 0{,}67\mu m$ và $0{,}5\mu m$. B. $\lambda' = 6{,}7\mu m$ và $0{,}5\mu m$.

C. $\lambda' = 0{,}67\mu m$ và $5\mu m$. D. $\lambda' = 6{,}7\mu m$ và $5\mu m$.

26.5. Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe hẹp bằng 1mm và khoảng cách từ hai khe đến màn bằng 2m. Chiếu sáng hai khe ánh sáng bằng ánh sáng trắng (là tổng hợp các ánh sáng đơn sắc từ tia đỏ có bước sóng 0,4 μm đến tia tím có bước sóng 0,75 μm) thì tại điểm M cách vân sáng chính giữa 7,2mm có bao nhiêu tia đơn sắc cho vân tối? Chọn đáp án **đúng**

A. n = 3 tia B. n = 5 tia C. n = 7 tia D. n = 9 tia

26.6. Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, ta đo được khoảng vân là $1,12.10^3\mu m$. Xét hai điểm M và N cùng một phía với vân sáng chính giữa O, $OM = 0,56.10^4\mu m$ và $ON = 1,288.10^4\mu m$. Giữa M, N có

A. n = 5 vân sáng		B. n = 6 vân sáng

C. n = 7 vân sáng		D. n = 8 vân sáng

26.7. Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với gương phẳng, khe sáng hẹp đơn sắc S đặt trước mặt gương phẳng cách mặt gương 1mm. Màn ảnh E đặt vuông góc với mặt phẳng gương, song song với khe S và cách khe 1,885m. Trên màn ta quan sát được các vân sáng và vân tối xen kẽ nhau đều đặn. Khoảng cách giữa 10 vạch sáng liên tiếp cách nhau 4,32mm. Độ dài bước sóng ánh sáng đó là

A. $\lambda = 0,5189\mu m$.		B. $\lambda = 0,6275\mu m$.

C. $\lambda = 0,4824\mu m$.		D. $\lambda = 0,5316\mu m$.

26.8. Chiếu một chùm sáng hẹp vào mặt bên một lăng kính thuỷ tinh có góc chiết quang $A = 5^0$ theo phương vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang. Chùm tia ló hắt lên màn ảnh đặt song song với mặt phẳng phân giác nói trên và cách mặt phẳng này 2,2m. Cho biết chiết suất của thuỷ tinh làm lăng kính đối với tia đỏ là $n_d = 1,48$ và tia tím $n_t = 1,52$. Chiều dài quang phổ liên tục (khoảng cách từ đầu đỏ đến đầu tím) thu được trên màn sẽ là

A. d = 7,68mm.		B. d = 8,15mm.

C. d = 5,24mm.		D. d = 6,37mm.

26.9. Trong thí nghiệm với hai khe Young, hai khe hẹp F_1, F_2 cách nhau một khoảng a = 1,2mm, màn M để hứng vân giao thoa ở cách mặt phẳng chứa F_1, F_2 một khoảng **D** = 0,9m. Người ta quan sát được 9 vân sáng. Khoảng cách giữa trung điểm hai vân sáng ngoài cùng là 3,6mm. Bước sóng λ của bức xạ đó có độ dài

A. $\lambda = 0,6\mu m$.		B. $\lambda = 0,45\mu m$.

C. $\lambda = 0,24\mu m$.		D. $\lambda = 0,337\mu m$.

26.10. Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, các khe S_1 và S_2 được chiếu sáng bởi nguồn sáng S. Cho $S_1S_2 = 0,2mm$, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát **D** = 1m.

a. Biết khoảng cách giữa 6 vân sáng liên tiếp là 1,5cm. Bước sóng λ của ánh sáng do nguồn S phát ra là

A. $\lambda = 0,6\mu m$;		B. $\lambda = 6mm$.

C. $\lambda = 6\mu m$;		D. $\lambda = 6,6\mu m$.

b. Cho biết khoảng cách từ nguồn S đến màn chứa hai khe là L = 0,5m. Nếu dịch chuyển nguồn sáng S dọc theo phương song song với hai khe một khoảng y = 15,75mm. Hỏi vân sáng trung tâm dịch chuyển một khoảng bao nhiêu? Khi đó vân tại O (tâm màn) là vân sáng hay vân tối? Chọn đáp án **đúng**:

A. $\Delta x = 3,15$cm, ngược chiều với nguồn S, vân sáng.

B. $\Delta x = 31,5$cm, ngược chiều với nguồn S, vân sáng.

C. $\Delta x = 3,15$cm, cùng chiều với nguồn S, vân tối.

D. $\Delta x = 31,5$cm, cùng chiều với nguồn S, vân tối.

26.11. Một người dự định làm thí nghiệm Young với ánh sáng màu vàng $\lambda = 0,59\mu m$. Người ấy đặt màn quan sát cách mặt phẳng của hai khe một khoảng D = 0,6m và thu được một hệ vân có khoảng vân i = 0,4mm.

a. Phải chế tạo hai khe F_1, F_2 có khoảng cách a' là

A. a' = 0,885mm.　　B. a' = 0,5mm.

C. a' = 1mm.　　D. a' = 0,1mm.

b. Sau khi làm được hai khe và tiến hành thí nghiệm, người ấy quan sát được 7 vân sáng nhưng khoảng cách giữa hai vân ngoài cùng chỉ đo được 2,1mm. Khoảng cách đúng a của hai khe F_1, F_2 là

A. $a \approx 1$mm.　B. $a \approx 1,5$mm.　C. $a \approx 0,885$mm.　D. $a \approx 0,5$mm.

26.12. Trong một thí nghiệm Young, hai khe F_1, F_2 cách nhau một khoảng a = 1,8mm. Hệ vân quan sát được qua một kính lúp. Ban đầu, người ta đo được bề rộng của 16 khoảng vân là 2,4mm. Dịch chuyển kính lúp ra xa thêm 30cm cho khoảng vân rộng thêm, khi đó đo được bề rộng của 12 khoảng vân bằng 2,88mm. Bước sóng của bức xạ nguồn là

A. $\lambda = 0,32\mu m$.　　B. $\lambda = 0,54\mu m$.

C. $\lambda = 0,45\mu m$.　　D. $\lambda = 0,432\mu m$.

26.13. Một nguồn điểm S phát ánh sáng đơn sắc chiếu sáng hai khe F_1, F_2 song song, cách đều S và cách nhau một khoảng a = 0,6mm. Khoảng cách từ S đến mặt phẳng của hai khe là d = 0,5m và đến màn M mà ta quan sát các vân giao thoa là L = 1,3m.

a. Nếu khoảng cách từ vân trung tâm tới vân sáng thứ năm ở bên phải nó là 4,3mm thì bước sóng λ của bức xạ nguồn là

A. $\lambda = 0,465\mu m$;　　B. $\lambda = 0,545\mu m$.

C. $\lambda = 0,645\mu m$;　　D. $\lambda = 0,554\mu m$.

b. Cho S dịch chuyển một khoảng 2mm theo phương song song với màn mang hai khe và vuông góc với hai khe. Hệ vân trên màn M sẽ bị dịch chuyển một đoạn OO' bằng

A. OO' = 1,6mm; B. OO' = 2,3mm.

C. OO' = 3,2mm; D. OO' = 6,1mm.

26.14. Trong thí nghiệm với khe Young, hai khe hẹp F_1, F_2 cách nhau một khoảng 2mm, cách mặt phẳng chứa F_1, F_2 một khoảng 1,2m. Nguồn điểm phát đồng thời hai bức xạ đơn sắc $\lambda_1 = 660$nm và $\lambda_2 = 550$nm.

a. Khoảng cách i_1 giữa hai vân sáng màu đỏ (λ_1) và khoảng cách i_2 giữa hai vân sáng màu lục (λ_2) là

A. $i_1 = 0,396$mm; $i_2 = 0,33$mm. B. $i_1 = 0,33$mm; $i_2 = 0,396$mm.

C. $i_1 = 0,396\mu$m; $i_2 = 0,33\mu$m. D. $i_1 = 0,33\mu$m; $i_2 = 0,396\mu$m.

b. Khoảng cách OA từ vân chính giữa đến vân sáng đầu tiên cùng màu với nó là

A. OA = 1,98mm; B. OA = 1,98μm.

C. OA = 1,45mm; D. OA = 1,45μm.

26.15. Trong thí nghiệm với hai khe Iâng, hai khe hẹp F_1, F_2 cách nhau một khoảng 1,2mm, các vân quan sát qua kính lúp, tiêu cự f = 4cm, đặt cách mặt phẳng của hai khe một khoảng L = 40cm. Trong kính lúp người ta đếm được 15 vân sáng. Khoảng cách giữa tâm của hai vân sáng ngoài cùng đo được là 2,1mm.

a. Góc trông ảnh qua kính lúp lúc đó là

A. $\alpha = 12,5$rad; B. $\alpha = 21,5'$. C. $\alpha = 12,5'$; D. $\alpha = 21,5$rad.

b. Bước sóng của bức xạ nguồn là

A. $\lambda = 0,25\mu$m; B. $\lambda = 0,5$mm. C. $\lambda = 0,5\mu$m; D. $\lambda = 0,25$mm.

c. Nếu đặt toàn bộ dụng cụ trong nước, có chiết suất $n = \dfrac{4}{3}$ thì khoảng cách d giữa hai vân nói trên sẽ là

A. d = 1,575μm; B. d = 1,27mm; C. d = 1,575mm; D. d = 1,27μm

Chủ đề 27

MÁY QUANG PHỔ – CÁC LOẠI QUANG PHỔ

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Các bài tập trong phần này chủ yếu là các bài tập định tính. Để giải nhanh và đúng ta cần nắm vững những kiến thức sau:

1. Đường cong tán sắc của một chất trong suốt là đường biểu diễn sự biến thiên của chiết suất chất ấy theo bước sóng ánh sáng.
2. Máy quang phổ là dụng cụ dùng để phân tích một chùm sáng phức tạp thành các thành phần đơn sắc.
3. Quang phổ phát xạ là quang phổ của ánh sáng do một chất phát ra, khi chất đó bị nung nóng.
4. Quang phổ liên tục là quang phổ gồm nhiều dải màu nối liền nhau một cách liên tục; chất rắn, chất lỏng, chất khí có khối lượng riêng lớn, khi bị nung nóng đều phát ra quang phổ liên tục. Quang phổ liên tục không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của nguồn sáng, chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn, nhiệt độ càng cao miền phát sáng mở rộng về phía bước sóng ngắn vì vậy dùng để xác định nhiệt độ của vật sáng khi bị nung nóng.
5. Quang phổ vạch là quang phổ gồm những vạch riêng lẻ ngăn cách nhau bằng những khoảng tối: chỉ chất khí ở áp suất thấp khi bị nung nóng mới phát ra quang phổ vạch. Mỗi nguyên tố hoá học ở trạng thái khí hoặc hơi dưới áp suất thấp, khi bị kích thích, đều phát quang phổ, vạch đặc trưng cho nguyên tố đó. Quang phổ vạch của các chất khác nhau thì khác nhau về vị trí, số lượng màu sắc và độ sáng tỉ đối giữa các vạch phổ vì vậy nó được dùng trong việc xác định sự có mặt của một nguyên tố, thành phần của nguyên tố trong hợp chất.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 27.1.

Một lăng kính bằng thuỷ tinh có chiết suất $n = \sqrt{2}$ *và tiết diện thẳng là tam giác cân ABC (AB = AC) đặt trong không khí với A là góc chiết quang. Một tia sáng đơn sắc đi từ không khí và nằm trong tiết diện thẳng chiếu vào mặt bên AB của lăng kính. Biết rằng: tia sáng khi qua lăng kính cho tia ló có góc lệch bằng một nửa góc chiết quang, xác định góc chiết quang*

Bài giải:

Cho: $n_{kk} = 1$; $n_{tt} = \sqrt{2}$; (AB = AC) $D = A/2$

Xác định: A = ?

Phân tích:

Để giải bài toán này, chúng ta dựa vào các tính chất của lăng kính trong trường hợp đặc biệt (trường hợp góc lệch cực tiểu), từ đó kết hợp với các định luật phản xạ và khúc xạ, thông qua các biến đổi lượng giác trong tam giác vuông và tam giác thường ta sẽ suy ra được đáp án cần thiết theo yêu cầu bài toán.

Giải

Do góc lệch đạt cực tiểu $\Rightarrow r_1 = r_2 = \dfrac{A}{2}$

Theo đề bài: $D_m = 2i - A = \dfrac{A}{2} \Rightarrow i = \dfrac{3A}{4}$. Vì $0 < i < 90^0 \Rightarrow 0 < A < 120^0$.

Khi thay các biểu thức ở trên của i và r_1 vào định luật khúc xạ:

$$\sin i = n\sin r_1 \Rightarrow \sin(3.\frac{A}{4}) = \sqrt{2}\sin(2.\frac{A}{4})$$

hay $2\sqrt{2}\sin\dfrac{A}{4}\cos\dfrac{A}{4} = 3\sin\dfrac{A}{4} - 4\sin^3\dfrac{A}{4} \Rightarrow 2\sqrt{2}\cos\dfrac{A}{4} = 3 - 4\sin^2\dfrac{A}{4}$

Đặt $t = \cos\dfrac{A}{4}$ và sau một số biến đổi đơn giản ta được phương trình:

$4t^2 - 2\sqrt{2}\,t - 1 = 0$. Giải ra ta được (loại nghiệm âm):

$$t = \frac{\sqrt{2} + \sqrt{6}}{4} = \cos\frac{A}{4} = \cos 15^0 \Rightarrow A = 60^0 \text{ và } i = 30^0.$$

⇒ Vậy lăng kính có tiết diện phẳng là một tam giác đều.

Đáp số: $A = 60^0$ và $i = 30^0$.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

27.2. Chiếu một chùm tia sáng trắng hẹp song song vào đỉnh của lăng kính có góc chiết quang nhỏ $A = 8^0$ theo phương vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang. Chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng tím là 1,68, đối với tia đỏ là 1,61.

Xác định chiều rộng của quang phổ thu được trên màn ảnh đặt cách mặt phẳng phân giác của lăng kính 2m.

Đáp số: L = 1,96cm

27.3. Chiếu một chùm sáng hẹp song song coi như một tia sáng vào một bể nước dưới góc tới $i = 60^0$. Chiều cao lớp nước trong bể là h = 1m. Dưới đáy bể có một gương phẳng đặt song song với mặt nước. Chiết suất của nước đối với ánh sáng tím là 1,34, đối với ánh sáng đỏ là 1,33. Xác định chiều rộng LM dải màu quan sát thấy tại mặt nước do chùm sáng ló gây ra.

Đáp số: LM = 1,8cm.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

27.4. Ống chuẩn trực trong máy quang phổ lăng kính có tác dụng

A. tạo chùm sáng song song.

B. tập trung ánh sáng chiếu vào lăng kính.

C. tăng cường độ ánh sáng.

D. tạo nguồn sáng điểm.

27.5. Phép phân tích quang phổ có những ưu điểm

A. phân tích được các vật nhỏ hoặc ở xa nhanh, và kết quả chính xác

B. không phá mẫu.

C. phân tích được các vật nhỏ hoặc ở xa.

D. cả ba đáp án trên.

27.6. Khi ánh sáng truyền từ môi trường trong suốt này sang môi trường trong suốt khác thì

A. bước sóng thay đổi nhưng tần số không đổi.

B. bước sóng và tần số đều thay đổi.

C. bước sóng không đổi nhưng tần số thay đổi.

D. bước sóng và tần số đều không đổi.

27.7. Một thấu kính hai mặt lồi bằng thuỷ tinh có cùng bán kính R, tiêu cự 10cm và chiết suất $n_v = 1,5$ đối với ánh sáng vàng. Bán kính R của thấu kính đó là

A. R = 10cm. C. R = 40cm. B. R = 20cm. D. R = 60cm.

27.8. Một thấu kính hai mặt lồi bằng thuỷ tinh có cùng bán kính R, tiêu cự 10cm. Biết chiết suất của thuỷ tinh đối với ánh sáng đỏ và tím lần lượt bằng $n_đ = 1,495$ và $n_t = 1,510$. Khoảng cách giữa các tiêu điểm của thấu kính ứng với các ánh sáng đỏ và tím.

A. $\Delta f = 1,278$mm. B. $\Delta f = 2,971$mm.

C. $\Delta f = 5,942$mm. D. $\Delta f = 4,984$mm.

27.9. Quang phổ gồm một dải màu từ đỏ đến tím là

A. quang phổ vạch phát xạ. B. quang phổ vạch hấp thụ.

C. quang phổ liên tục. D. quang phổ đám.

27.10. Đặc điểm quan trọng của quang phổ liên tục là

A. phụ thuộc vào thành phần cấu tạo và nhiệt độ của nguồn sáng.

B. phụ thuộc vào thành phần cấu tạo nhưng không phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng.

C. không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo nhưng phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng.

D. không phụ thuộc vào nhiệt độ cũng như vào thành phần cấu tạo của nguồn sáng.

27.11. Điều kiện phát sinh của quang phổ vạch phát xạ là:

A. Các khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích phát sáng phát ra.

B. Các vật rắn, lỏng hay khí có khối lượng riêng lớn khi bị nung nóng phát ra.

C. Chiếu ánh sáng trắng qua một chất bị nung nóng phát ra.

D. Những vật bị nung nóng ở nhiệt độ trên 3000°C

27.12. Điều kiện phát sinh của quang phổ vạch hấp thụ là:

A. Nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục phải thấp hơn nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ.

B. Nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục phải lớn hơn nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ.

C. Nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ bằng nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục.

D. Nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ lớn hơn nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ vạch.

27.13. Trong nghiên cứu phổ vạch của vật chất bị kích thích phát quang, dựa vào vị trí của các vạch, người ta có thể kết luận về

A. phương pháp kích thích vật chất dẫn đến phát quang.

B. quãng đường đi qua của ánh sáng có phổ đang được nghiên cứu.

C. các hợp chất hoá học tồn tại trong vật chất.

D. các nguyên tố hoá học cấu thành nên vật chất đó.

27.14. Phổ phát xạ của natri chứa vạch màu vàng ứng với bước sóng $\lambda = 0,56\mu m$. Trong phổ hấp thụ của natri

A. thiếu vắng sóng với bước sóng $0,56\mu m$.

B. thiếu mọi bước sóng với các bước sóng $\lambda > 0,56\mu m$.

C. thiếu mọi bước sóng với các bước sóng $\lambda < 0,56\mu m$.

D. thiếu tất cả các bước sóng khác ngoài sóng $\lambda \geq 0,56\mu m$.

27.15. Trong chân không, một bức xạ đơn sắc có bước sóng bằng $0,45\mu m$, thì trong môi trường chiết suất 1,5 đối với bức xạ đó, độ dài sóng có trị số

A. $\lambda' = 0,3\mu m$ B. $\lambda' = 0,4\mu m$ C. $\lambda' = 0,6\mu m$ D. $\lambda' = 0,5\mu m$

27.16. Một ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,6\mu m$ trong chân không, tần số của nó bằng

A. $f = 5.10^{14}Hz$ B. $f = 5.10^{18}Hz$

C. $f = 5.10^{15}Hz$ D. $f = 6.10^{4}Hz$.

27.17. Màu sắc của ánh sáng được xác định bởi

A. vận tốc B. biên độ

C. tần số D. trạng thái phân cực.

27.18. Chiết suất của một chất bằng 5/3. Vận tốc ánh sáng khi truyền qua chất đó là

A. $v = 5.10^{8}m/s$. B. $v = 3.10^{8}m/s$.

C. $v = 1,2.10^{8}m/s$. D. $v = 1,8.10^{8}m/s$.

27.19. Vận tốc ánh sáng trong nước đứng yên là c/n (với n là chiết suất của nước và c là vận tốc của ánh sáng trong không khí). Vận tốc gần đúng của ánh sáng trong dòng nước đang chảy với vận tốc v đối với một quan sát viên đứng yên là

A. v' = c/n. B. v' = (c/n) – v.

C. v' = (c/n) + v. D. v' = (c/n) + (v/n).

Chủ đề 28 TIA HỒNG NGOẠI – TIA TỬ NGOẠI

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Các bài tập trong phần này chủ yếu là các bài tập định tính. Để giải nhanh và đúng ta cần nắm vững những kiến thức sau:

1. Tia hồng ngoại là các bức xạ mà mắt không nhìn thấy và ở ngoài vùng màu đỏ của quang phổ ($\lambda \geq 760nm$). Có bản chất là sóng điện từ, tuy nhiên nó không kích thích được thần kinh thị giác nhưng nó có tác dụng nhiệt và tác dụng lên kính ảnh hồng ngoại và bị hơi nước hấp thụ mạnh. Tia hồng ngoại phát sinh từ các vật có nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ của môi trường (thường các vật bị nung nóng).

2. Tia tử ngoại là bức xạ mà mắt không thấy được và ở ngoài vùng tím của quang phổ ($\lambda \leq 400nm$). Có bản chất là sóng điện từ, tuy nhiên nó không kích thích được thần kinh thị giác, nhưng có tác dụng lên kính ảnh, làm phát quang một số chất, làm ion hoá không khí và gây ra một số phản ứng quang hoá. Tia tử ngoại phát sinh từ các vật bị nung nóng có nhiệt độ rất cao trên 2000^0C, vật có nhiệt độ càng cao, thì phổ tử ngoại càng trải dài hơn về phía sóng ngắn.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 28.1

Một chùm sáng màu đỏ song song với trục chính của một thấu kính cho một điểm sáng màu đỏ nằm cách quang tâm thấu kính 50cm. Cho biết chiết suất của thuỷ tinh làm thấu kính đối với ánh sáng đỏ là 1,6 và đối với ánh sáng tím là 1,64. Một chùm sáng màu tím song song với trục chính của thấu kính trên, xác định khoảng cách từ điểm hội tụ đỏ đến điểm hội tụ tím.

Bài giải

Cho: $d'_d = 50cm$. $n_d = 1,6$

$n_t = 1,64$;

Xác định: $d'_t = ?$

Phân tích và giải:

Chùm sáng màu đỏ song song với trục chính thấu kính cho điểm sáng đỏ tại tiêu điểm của thấu kính nên tiêu cự của thấu kính đối với ánh sáng đỏ là: $f_đ = 50,0cm$.

Chùm sáng màu tím song song với trục chính thấu kính cho điểm sáng tím tại tiêu điểm của thấu kính nên tiêu cự của thấu kính đối với ánh sáng tím là f_t.

$$\frac{1}{f_d} = (1,60-1).\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right);\quad \frac{1}{f_t} = (1,64-1).\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right);$$

$$\Rightarrow \frac{f_t}{f_d} = \frac{0,64}{0,60} = 1,06 \Rightarrow f_t = 50.1,06 = 53cm.$$

Vậy điểm sáng tím nằm trên trục chính ở sau điểm sáng đỏ một khoảng là: $53 - 50 = 3cm$.

Đáp số: d' = 3cm.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

28.2. Biết rằng tần số của ánh sáng là $f = 5,4.10^{14}$ Hz. Hãy xác định bước sóng của ánh sáng đơn sắc này trong chân không.

Đáp số: $\lambda = 0,55\mu m$

28.3. Một tia tử ngoại có tần số $f = 10^{15}$ Hz. Xác định bước sóng của tia này.

Đáp số: $\lambda = 0,3\mu m$

28.4. Một tia hồng ngoại có bước sóng $\lambda = 1\mu m$. Xác định năng lượng của một phôtôn của tia này.

Đáp số: $W = 19,86.10^{-20}$j

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

28.5. Trong các đặc tính sau đây, đặc tính nào không phải là của tia tử ngoại

A. bị hấp thụ bởi thủy tinh và ôzôn
B. làm phát huỳnh quang
C. làm đen phim ảnh
D. làm tăng nhiệt độ

28.6. Muốn làm khô sơn ta nên dùng

A. tia tử ngoại
B. tia hồng ngoại
C. ánh sáng trắng
D. ánh sáng tím

28.7. Cho sóng ánh sáng có bước $\lambda = 0,55\mu m$, ánh sáng này thuộc

A. tia hồng ngoại
B. tia tử ngoại
C. ánh sáng tím.
D. ánh sáng thấy được

28.8. Câu phát biểu nào sau đây **đúng**

A. Tia tử ngoại là các bức xạ có cường độ nhỏ

B. Tia tử ngoại truyền trong không khí nhanh hơn tia hồng ngoại

C. Các bức xạ có màu tím mà mắt thấy được gọi là tia tử ngoại

D. Tia tử ngoại có tần số lớn hơn tia hồng ngoại.

28.9. Đặc tính nào sau đây không phải là của tia hồng ngoại

A. Bước sóng $\lambda > 0,57\mu m$.	B. Bị hấp thụ bởi nước.
C. Bị hấp thụ bởi thủy tinh.	D. Thấy được bằng mắt.

28.10. Một tia sáng có năng lượng $W = 99,3.10^{-20}J$, ánh sáng này là

A. ánh sáng tím	B. ánh sáng đỏ
C. tia hồng ngoại	D. tia tử ngoại

28.11. Tia hồng ngoại

A. do các vật nóng phát ra.

B. là bức xạ không nhìn thấy có bước sóng ngắn hơn ánh sáng đỏ.

C. không tác dụng được lên kính ảnh.

D. bản chất là sóng cơ.

28.12. Nhận định nào dưới đây về tia hồng ngoại là không chính xác?

A. Tia hồng ngoại là những bức xạ không nhìn thấy được, có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ.

B. Chỉ những vật có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ môi trường mới phát ra tia hồng ngoại.

C. Tác dụng nổi bật nhất của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt.

D. Tia hồng ngoại có bản chất là sóng điện từ.

28.13. Nhận xét nào dưới đây về tia tử ngoại là không đúng?

A. Tia tử ngoại là những bức xạ không nhìn thấy được, có tần số sóng nhỏ hơn tần số sóng của ánh sáng tím.

B. Các hồ điện quang, đèn thuỷ ngân và những vật bị đun nóng trên 3000°C đều là những nguồn phát ra tia tử ngoại rất mạnh.

C. Tia tử ngoại tác dụng rất mạnh lên kính ảnh.

D. Tia tử ngoại bị thuỷ tinh và nước hấp thụ rất mạnh.

28.14. Tia hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia tử ngoại, tia Rơghen và tia gamma đều là

A. sóng cơ học, có bước sóng khác nhau.

B. sóng vô tuyến, có bước sóng khác nhau.

C. sóng điện từ có bước sóng khác nhau.

D. sóng có ánh sáng có bước sóng giống nhau.

28.15. Một tia hồng ngoại có

A. bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng khả kiến

B. bước sóng nhỏ hơn ánh sáng khả kiến.

C. bước sóng nhỏ hơn bước sóng ánh sáng tử ngoại.

D. tần số lớn hơn tần số của tia tử ngoại.

28.16. Tia tử ngoại

A. không có tác dụng nhiệt

B. cũng có tác dụng nhiệt

C. không làm đen phim ảnh

D. tác dụng làm đen phim ảnh yếu hơn ánh sáng khả kiến

Chủ đề 29 TIA RƠNGHEN

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Khi đặt vào hai cực của ống phóng Rơnghen một hiệu điện thế cao thì trong ống có một điện trường. Dưới tác dụng của điện trường này các e^- chuyển động về phía anốt với một gia tốc nào đó tạo nên dòng anốt I:

+ Cường độ dòng điện trong ống Rơnghen:

$$i = \frac{N}{t}e$$ (N là số êlectron đập vào đối âm cực trong t)

+ Động năng của êlectron trước khi vào catốt: $E_đ$

+ Động năng của êlectron ngay sau khi bứt ra khỏi catốt: $E_{đ0}$

$\Rightarrow$ định lí động năng: $E_đ - E_{đ0} = -|e|U_{KA} = eU_{AK}$

+ Định luật bảo toàn năng lượng:

$$E_đ = \varepsilon + Q = hf + Q$$

với ε là năng lượng của tia X; Q là nhiệt lượng làm nóng đối âm cực.

Để giải tốt các bài toán này, ngoài các công thức trên, cần phải kết hợp với các công thức các định luật quang điện như:

$$eU_{AK} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{hc}{\lambda_{min}} = hf_{max}$$

với: U_{AK} = hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống Rơnghen. f_{max} là tần số lớn nhất của tia Rơnghen mà ống có thể phát ra. λ_{min} là bước sóng nhỏ nhất của tia Rơnghen phát ra. $E_đ = \frac{1}{2}mv^2$ là động năng của e^- trước khi đến đối âm cực.

Khi các êlectron đập vào đối âm cực (AK) sẽ làm nóng AK. Nhiệt lượng cung cấp làm tăng nhiệt độ của AK lên Δt^0C là: $Q = mc\Delta t^0$

(m và c là khối lượng và nhiệt dung riêng của đối âm cực)

Nếu toàn bộ êlectron đập vào đối âm cực đều có tác dụng nhiệt thì:

$$Q = n_e E_đ \tau$$

(τ là thời gian e^- đập vào đối âm cực, n_e là số e^- đến đối âm cực trong 1s)

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 29.1.

Đặt vào một hiệu điện thế không đổi $U = 2.10^4$ *V giữa hai cực của một ống Rơnghen. Bỏ qua động năng của êlectron khi bứt ra khỏi catốt. Hãy xác định:*

a. Động năng của điện tử khi đến đối anốt.

b. Tần số cực đại của tia Rơnghen trong thí nghiệm

c. Nếu trong 1 phút có 6.10^8 *điện tử đập vào đối catốt, xác định cường độ dòng điện qua ống Rơnghen.*

Bài giải:

Cho: $U = 2.10^4 V$; $W_đ = 0$; $n = 6.10^8$ e/phút

Xác định: $W_A = ?$; $f_{max} = ?$; $i = ?$

Phân tích:

Bài toán đã bỏ qua động năng của các e^- khi bứt ra khỏi catốt, như vậy thực tế động năng của e^- có được khi đến anôt là điện trường tác động, vì vậy ta có thể áp dụng định luật bảo toàn năng lượng và định lí động năng để xác định động năng của e^- tại anốt. Để xác định tần số cực đại ta sử dụng định luật bảo toàn năng lượng còn nếu để xác định cường độ dòng điện ta sử dụng biểu thức $i = \frac{N}{t}|e|$ trong đó N là số điện tử đến anốt trong 1 s.

Giải

a. Theo định lí động năng: $E_đ - E_{đo} = e.U$ (với $E_{đo} = 0$)

$\Rightarrow E_đ = 1,6.10^{-19}.\ 2.10^4 = 3,2.10^{-15}J.$

b. Theo định luật bảo toàn năng lượng:

$$E_đ = hf + Q \Rightarrow f \le E_đ/h \Rightarrow f_{max} = E_đ/h = 4,83.10^{18}Hz.$$

c. Cường độ dòng quang điện qua ống:

$$i = \frac{N}{t}|e| = 16.10^{-3}A = 16\ mA$$

Đáp số: $E_đ = 3,2.10^{-15}J$;
$f_{max} = 4,83.10^{18}Hz$; $i = 16mA$

Thí dụ 29.2

Một ống Rơnghen hoạt động ở chế độ có hiệu điện thế U = 10kV với dòng điện là I = 0,001A.

1. Tìm số e đập vào đối catốt trong mỗi phút?

2. Tìm động năng cực đại của e đập vào đối catốt, coi như động năng ban đầu bằng 0;

3. Tìm bước sóng nhỏ nhất của tia Rơngen phát ra:

4. Coi rằng chỉ có 1% số e đập vào đối catôt là tạo ra tia Rơnghen. Hỏi sau một phút hoạt động của ống Rơghen nhiệt độ của đối catốt tăng lên bao nhiêu độ? Biết catốt có khối lượng M = 100g và nhiệt dung riêng của chất làm đối catốt bằng c = 120 J/kg K.

Bài giải:

Cho: U = 10kV; I = 0,001A;
M = 100g; c = 120J/kg.K.

Xác định: $n_e = ?$;

Phân tích: Đây là loại toán về tia Rơnghen, cần chú ý hiệu điện thế đặt vào ống Rơnghen phải có giá trị lớn cỡ vài chục kV. Còn dòng điện chạy trong ống lại rất nhỏ cỡ vài mA. Ngoài ra bước sóng nhỏ nhất của tia Rơnghen cỡ vài $\overset{o}{A}$. Đối catôt của ống nóng lên khá nhanh do đó người ta phải làm nguội nó bằng cách cho dòng nước lạnh đi qua. Hầu như toàn bộ nhiệt lượng mà đối catốt nhận được sẽ truyền cho dòng nước này, từ đó ta tìm được lưu lượng nước cần thiết của dòng nước đó.

Giải

1. Gọi n là số e đập vào mặt đối catốt trong vòng một phút, ta có:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t} \Rightarrow n = \frac{It}{e} = 3{,}75.10^{17}\ e.$$

2. Động năng cực đại của một e:

$$W_{d\,max} = e.U = 1{,}6.10^{-15}J$$
$$(1V = 10kV = 10^4V)$$

3. Bước sóng nhỏ nhất của tia rơnghen:

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{eU} = 1{,}24\ \overset{o}{A}.$$

4. Nhiệt độ của đối catốt nóng lên do số e^- không tạo ra tia Rơnghen truyền hoàn toàn động năng của mình cho đối catốt. Theo đề bài chỉ có 1% số e đập vào là tạo ra tia rơnghen, do đó: $n' = 0{,}99.n = 37{,}125.10^6$ electron.

Sau một phút nhiệt độ catốt nóng lên nhiệt độ Δt, xác định bởi phương trình:

$M_C\ \Delta t = n'.\ W_{dmax}$ (với M = 100 g = 0,1 kg)

hay: $\Delta t = \dfrac{n' W_{d\,max}}{M_C} = 49{,}5^0C.$

Đáp số: $n = 3{,}75.10^{17}$ e; $W_{d\,max} = 1{,}6.10^{-15}J$;

$\lambda_{min} = 1{,}24\ \overset{o}{A}$; $\Delta t = 49{,}5^0C$

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

29.3. Chùm êlectron có năng lượng 35KeV đập vào một bia môlipđen phát tia X có phổ liên tục. Xác định bước sóng giới hạn λ_{min} của tia này.

Đáp số: $\lambda_{min} = 0,355$ Å

29.4. Đặt vào hai cực của một ống Rơnghen một hiệu điện thế không đổi $U = 2.10^4$ V. Bỏ qua động năng của êlectron khi bứt ra khỏi catốt. Xác định:

a. Động năng của điện tử khi đến đối anốt.

b. Tần số cực đại của tia Rơnghen trong thí nghiệm.

c. Nếu trong 1 phút có 6.10^8 điện tử đập vào đối catốt thì cường độ dòng điện qua ống Rơnghen này là bao nhiêu ?

Đáp số: a. $3,2.10^{-15}$J;

29.5. Biết rằng hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống Rơnghen là U = 12,0kV. Xác định bước sóng nhỏ nhất λ_{min} của tia X do ống Rơnghen đó phát ra.

Đáp số: $\lambda_{mim} = 1,04.10^{-10}$m

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

29.6. Tia Rơnghen có bước sóng

A. lớn hơn tia hồng ngoại.
B. lớn hơn tia tử ngoại
C. nhỏ hơn tia tử ngoại.
D. không thể đo được.

29.7. Ống culítgiơ

A. chỉ hoạt động được với nguồn xoay chiều.
B. chỉ hoạt động được với nguồn 1 chiều.
C. có thể hoạt động được cả hai loại nguồn trên.
D. chỉ có thể hoạt động được với một trong hai nguồn trên.

29.8. Trong cùng một môi trường, vận tốc truyền của tia X bằng vận tốc truyền của

A. ánh sáng
B. tia âm cực
C. sóng truyền thanh
D. sóng truyền hình

29.9. Tia X có năng lượng lớn vì

A. nó gồm hạt có khối lượng lớn
B. nó chuyển động có vận tốc không đáng kể so với vận tốc ánh sáng
C. nó gồm có các phôtôn có tần số lớn.
D. Hai câu A, B đúng

29.10. Tia X được phát ra bởi

A. bức xạ kế
B. tế bào quang điện
C. ống culítgiơ
D. cả A, B và C đều đúng

29.11. Tia X được khám phá bởi

A. Einstein B. Newton C. Roentgen D. Planck

29.12. Tia X cứng và mềm khác nhau ở

A. bản chất B. năng lượng

C. bước sóng D. A, B, C đều đúng

29.13. Phát biểu nào sai khi nói về tia X

A. Tia X kích thích huỳnh quang một số chất

B. Tia X có bước sóng dài hơn ánh sáng thường

C. Tia X không bị lệch bởi điện trường và từ trường

D. Tia X truyền theo đường thẳng

29.14. Chất kim loại nào sau đây hấp thụ tia X nhiều nhất

A. Pb_{82} B. Al_{81} C. Na_{11} D. Cu_{29}

29.15. Độ hấp thụ tia X của vật chất phụ thuộc nào các yếu tố nào sau đây?

A. Nguyên tử số của chất hấp thụ B. Bề dày của chất hấp thụ

C. Bước sóng của tia X D. Các yếu tố A, B, C

29.16. Tính chất nào sau đây không phải là tính chất chung của tia X và tia âm cực

A. Làm phát huỳnh quang

B. Truyền theo đường thẳng

C. Có tác dụng hóa

D. Bị lệch dưới tác dụng của điện trường hoặc từ trường.

29.17. Cho $h = 6{,}6.10^{-34}$ J.s. Tia X có bước sóng 1Å thì phôtôn của nó có năng lượng

A. $W = 1{,}98.10^{-14}J$ B. $W = 1{,}98.10^{-15}J$

C. $W = 1{,}98.10^{-16}J$ D. $W = 1{,}98.10^{-10}$

29.18. Một ống culítgiơ làm việc ở hiệu thế U = 100.000 vôn. Động năng của electroon khi ra khỏi âm cực là.

A. $W_đ \doteq 8.10^{-14}J$ B. $W_đ = 1{,}6.10^{-14}J$

C. $W_đ = 1{,}6.10^{-13}J$ D. $W_đ = 8.10^{-13}J$.

29.19. Muốn phát ra tia X có bước sóng $\lambda = 1$Å, thì hiệu điện thế giữa catôt và đối âm cực ít nhất phải là.

A. U = 12400 vôn B. U = 124000 vôn

C. U = 1240 vôn D. U = 62000 vôn

29.20. Một tia X có năng lượng $6{,}6.10^{-15}J$. Tần số tương ứng với năng lượng trên.

A. $f = 4{,}4.10^{-48}Hz$ B. $f = 1{,}0.10^{-19}Hz$

C. $f = 1{,}0.10^{5}Hz$ D. $f = 1{,}0.10^{19}Hz$

Chương VII

LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Hiện tượng quang điện ngoài

– Hiện tượng ánh sáng làm bật các êlectron ra khỏi bề mặt kim loại gọi là hiện tượng quang điện.

2. Các định luật về quang điện:

– Định luật về giới hạn quang điện: ánh sáng kích thích chỉ có thể làm bật các êlectron ra khỏi bề mặt kim loại khi bước sóng của nó ngắn hơn hay bằng giới hạn quang điện của kim loại đó: $\lambda \le \lambda_0$

– Định luật về dòng quang điện bão hoà: Cường độ dòng quang điện bão hoà tỉ lệ thuận với cường độ chùm sáng kích thích.

– Định luật về động năng ban đầu cực đại của êlectron quang điện: động năng ban đầu cực đại của êlectron quang điện không phụ thuộc vào cường độ chùm sáng kích thích mà chỉ phụ thuộc vào bước sóng chùm sáng kích thích.

3. Thuyết lượng tử ánh sáng; Thuyết phôtôn

– Lượng tử năng lượng (năng lượng phôtôn) mà mỗi nguyên tử nhận vào hay phát ra trong mỗi lần hấp thụ hay bức xạ ánh sáng có giá trị hoàn toàn xác định và bằng lượng tử năng lượng hf: $\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda}$

ε: năng lượng 1 phôtôn (J). $h = 6{,}625.10^{-34}$J.s = hằng số Plăng.

f: tần số của bức xạ đơn sắc. c: vận tốc ánh sáng trong chân không $c = 3.10^8$m/s.

– Phương trình Anhxtanh (Einstein): $\varepsilon = hf = A + \frac{1}{2}mv^2_{0\,max}$

– Công thoát êlectron khỏi kim loại: $A = \frac{hc}{\lambda_0} = hf_0$ (J)

(v_{omax}: vận tốc ban đầu cực đại của êlectron (m/s). $\lambda_0 = hc/A$ giới hạn quang điện kim loại làm catốt. $m = 9{,}1.10^{-31}$kg: khối lượng của êlectron.

– Động năng ban đầu cực đại của êlectron quang điện:

$$E_{dmax} = \frac{1}{2}mv^2_{0\,max} = e|U_h| \text{ (J)} \quad (1\text{eV} = 1{,}6.10^{-19}\text{J})$$

– Hiệu điện thế U_h giữa hai đầu anốt và catốt làm dòng quang điện bắt đầu triệt tiêu:

$U_{AK} \le U_h < 0$ và $e|U_h| = \frac{1}{2}mv^2_{0\,max} = \varepsilon - A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} = h(f - f_0)$

($f = \frac{c}{\lambda}$ và $\frac{f}{\lambda_0}$ tần số giới hạn quang điện. $e = 1,6.10^{-19}C$)

– Công suất nguồn sáng: $P = n_\lambda \varepsilon$ (n_λ số phôtôn bức xạ λ trong 1s)

– Cường độ dòng quang điện bão hoà: $I_{bh} = n_e e$ (n_e số e đến anôt/1s)

– Hiệu suất lượng tử: $H = \frac{n_e}{n_\lambda}$ (n_e = số êlectron bứt ra khỏi catốt trong 1s. n_λ là số phôtôn ứng với bước sóng λ đập vào catốt trong 1s)

4. Hiện tượng quang dẫn, quang trở, pin quang điện

– Hiện tượng quang điện trong là hiện tượng các êlectron liên kết được ánh sáng giải phóng để trở thành các êlectron dẫn.

– Chất quang dẫn là chất cách điện khi không được chiếu sáng và trở thành chất dẫn điện khi bị chiếu sáng.

– Quang điện trở là một điện trở làm bằng chất quang dẫn.

– Pin quang điện là pin chạy bằng năng lượng ánh sáng. Nó biến đổi trực tiếp quang năng thành điện năng. Pin hoạt động dựa vào hiện tượng quang điện trong xảy ra bên cạnh một lớp chặn.

5. Hiện tượng hấp thụ và hiện tượng phát quang

– Hiện tượng môi trường làm giảm cường độ của chùm sáng truyền qua gọi là hiện tượng hấp thụ ánh sáng. Phần quang năng bị hấp thụ sẽ biến thành nội năng của môi trường. Cường độ sáng giảm theo định luật hàm mũ của độ dài đường đi tia sáng trong môi trường.

– Hiện tượng quang - phát quang của một chất là sự hấp thụ ánh sáng có bước sóng này để phát ra ánh sáng có bước sóng khác. Ánh sáng huỳnh quang có bước sóng dài hơn bước sóng ánh sáng kích thích.

6. Các tiên đề của Bo - Phổ nguyên tử hyđrô

– Mẫu nguyên tử của Bo bao gồm mô hình hành tinh nguyên tử và hai tiên đề và hệ quả:

Tiên đề Bo về các trạng thái dừng: Nguyên tử chỉ tồn tại ở trong các trạng thái có năng lượng xác định gọi là các trạng thái dừng. Khi ở trạng thái dừng, nguyên tử không bức xạ và các êlectron chuyển động quanh hạt nhân trên những quỹ đạo có bán kính hoàn toàn xác định gọi là các quỹ đạo dừng.

Tiên đề về sự bức xạ hay hấp thụ năng lượng của nguyên tử: Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái có năng lượng E_n sang trạng thái có năng lượng E_m thấp hơn thì nó phát ra một phôtôn có năng lượng đúng bằng hiệu

$$E_n - E_m: \ \varepsilon = hf_{nm} = \frac{hc}{\lambda_{mn}} = E_n - E_m$$

Ngược lại, nếu nguyên tử đang ở trạng thái có năng lượng E_m mà hấp thụ được phôtôn có năng lượng như trên thì nó sẽ chuyển lên trạng thái có năng lượng E_n.

Hệ quả: Trong các trạng thái dừng của nguyên tử, các êlectron chỉ chuyển động quanh hạt nhân theo những quỹ đạo có bán kính hoàn toàn xác định, gọi là quỹ đạo dừng. Với nguyên tử hyđrô, bán kính quỹ đạo dừng tăng tỉ lệ với bình phương các số nguyên liên tiếp: $r = n^2r_0$ (trong đó: bán kính quỹ đạo K– quỹ đạo gần hạt nhân nhất) là $r_0 = 5{,}3.10^{-11}$m).

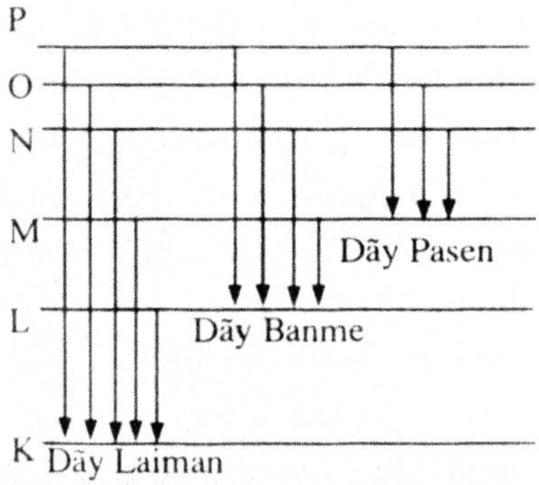
– *Phổ nguyên tử của hydrô:* Đối với nguyên tử hyđrô, bán kính quỹ đạo dừng tăng tỉ lệ với bình phương các số nguyên liên tiếp

Tên quỹ đạo:	K	L	M	N	O	P
Bán kính:	r_0	$4r_0$	$9r_0$	$16r_0$	$25r_0$	$36r_0$
Mức năng lượng:	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6

$$r_n = r_0n^2; \quad E_n = -\frac{E_0}{n^2} \ (n = 1, 2, 3, ...)$$

(trong đó $r_0 = 5{,}3.10^{-11}$m gọi là bán kính Bo, $E_0 = 13{,}6$ eV)

– Dãy Laiman (Lyman): Phát các vạch trong miền tử ngoại, là kết quả của các chuyển dời từ các mức năng lượng cao L, M, N.. (n = 2, 3, 4..) về mức cơ bản ứng với quỹ đạo K (n = 1) (hình 7.1)



Hình 7.1

– Dãy Banme (Balmer): phát ra các vạch trong miền tử ngoại, 4 vạch trong miền khả kiến (đỏ H_α, lam H_β, chàm H_γ và tím H_δ là kết quả của các chuyển dời từ các mức năng lượng cao M, N, O.. (n = 3, 4, 5..) về mức thứ 2 ứng với quỹ đạo L (hình 7.1).

– Dãy Pasen (Paschen) phát ra các vạch phổ trong vùng hồng ngoại là kết quả của các chuyển dời từ các mức năng lượng cao N, O, P.. (n = 4, 5, 6..) về mức thứ ba ứng với quỹ đạo M (n = 3) (hình 7.1).

7. Laser: Laser là máy khuếch đại ánh sáng dựa vào sự phát xạ cảm ứng

– Chùm sáng laser có tính đơn sắc, tính định hướng, tính kết hợp cao và cường độ mạnh.

– Ba nguyên tắc hoạt động của laser là sử dụng hiện tượng phát xạ cảm ứng, tạo sự đảo lộn mật độ và dùng buồng cộng hưởng.

– Có ba loại laser: laser khí, rắn, và bán dẫn.

II. PHÂN LOẠI BÀI TẬP

Chủ đề 30 HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN NGOÀI CÁC ĐỊNH LUẬT QUANG ĐIỆN

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Các bài toán trong chủ đề hướng vào việc xác định các đại lượng đặc trưng quang điện như: λ_0, A, $E_{đo}$, v_0, I_{bh}, U_h...trên cơ sở áp dụng các định luật quang điện. Để giải được các bài toán như vậy, ta cần lựa chọn các công thức phù hợp để biến đổi đến kết quả. Cụ thể các lựa chọn đó như sau:

+ Nếu bài toán yêu cầu tìm giới hạn quang điện λ_0 theo công thoát A hay ngược lại, ta có thể sử dụng công thức về giới hạn quang điện:

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A}$$

+ Nếu bài toán yêu cầu xác định vận tốc ban đầu cực đại v_{0max} của e^- từ bề mặt kim loại khi điều kiện chiếu sáng được thoả mãn ($\lambda < \lambda_0$), áp dụng công thức: $hf = A + \frac{1}{2}mv_{0\,max}^2$

+ Nếu bài toán yêu cầu xác định hiệu điện thế cực đại của một quả cầu cô lập khi có bức xạ $\lambda < \lambda_0$ chiếu vào, dùng công thức:

$$\frac{1}{2}mv_{0\,max}^2 = e.V_h$$

+ Trong trường hợp các e^- bay ra khỏi catốt, nếu có điện trường hãm thì nó sẽ chuyển động chậm dần một đoạn s rồi dừng lại. Khi đó công lực điện trường tác dụng làm giảm động năng của e^- đến không là:

$$\frac{1}{2}mv_{0\,max}^2 = eEs$$

+ Nếu bài toán yêu cầu xác định hiệu điện thế hãm giữa anốt và catốt để triệt tiêu dòng quang điện, sử dụng công thức: $\frac{1}{2}mv_{0\,max}^2 = e.U_h$

Lưu ý. $1eV = 1{,}6.10^{-19}$ J; $e = -1{,}6.10^{-19}$ C

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 30.1

Một chùm tia bức xạ gamma có bước sóng $\lambda = 10^{-12}$cm chiếu vào bản mặt kim loại, công suất của chùm bức xạ gamma đó trên 1cm^2 là $N = 0{,}002W/cm^2$.

Xác định số phôtôn truyền tới đập vào mặt bản kim loại có diện tích $S = 10cm^2$ sau khoảng thời gian $t = 15s$.

Bài giải:

Cho: $S = 10cm^2$; $t = 15s$
$\lambda = 10^{-12}cm$; $N = 0{,}002W/cm^2$

Xác định: n = ?

Phân tích:

Số phôtôn của chùm tia bức xạ gamma tới đập vào bản mặt kim loại sẽ bằng tỉ số giữa năng lượng tổng cộng của chùm tia bức xạ gamma đập vào bản mặt kim loại đó chia cho năng lượng của một phôtôn, nghĩa là: $n = \frac{\Delta E}{\varepsilon}$.

Giải

Năng lượng tổng cộng của chùm tia bức xạ gamma đập vào bản mặt kim loại có diện tích S sau khoảng thời gian t sẽ bằng:

$$\Delta E = N.\,S.\,t$$

Năng lượng của một phôtôn bằng:

$$\varepsilon = h.\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

Do đó sau khi thay ΔE và ε vào biểu thức tính n, ta có:

$$n = \frac{N.S.t.\lambda}{hc} = 1{,}5.10^{10}.$$

Đáp số: $n = 1{,}5.10^{10}$.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

30.2. Công thoát của Na bằng $A = 2{,}48eV$. Khi chiếu vào bề mặt một tấm Na ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0{,}31\mu m$. Xác định:

a. Hiệu điện thế hãm (U_h) để dòng quang điện triệt tiêu.

b. Vận tốc ban đầu cực đại (v_{0max}) của các êlectron quang điện.

c. Nếu bước sóng ánh sáng chiếu vào chỉ còn $0{,}303\mu m$ thì hiệu điện thế hãm thay đổi thế nào?

Đáp số: a. $U_h = 1{,}53V$;
b. $v_{0max} = 7{,}3.10^5 m/s$; c. tăng $dU = 0{,}065V$;

30.3. Catốt của một tế bào quang điện được phủ một lớp xêdi có công thoát của êlectron là 1,90 eV. Khi chiếu sáng catốt bằng một chùm sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0{,}56\mu m$. Hãy xác định:

a. Giới hạn quang điện của xêdi.

b. Dùng một màn chắn để tách từ dòng quang điện ra một chùm hẹp các elêctron quang điện và hướng chúng vào một từ trường đều $\vec{B}$ có phương vuông góc với vận tốc v_{max} của elêctron và có độ lớn $B = 6,1.10^{-5}$T. Xác định bán kính cực đại của quỹ đạo các êlectron đi trong từ trường.

Đáp số: a. $\lambda_0 = 0,6513\mu m$; b. $R_{max} = 3,06.10^{-2}$ (m).

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

30.4. Kích thước gần đúng của bán kính nguyên tử bằng

A. $R = 10^{-6}$m B. $R = 10^{-8}$m

C. $R = 10^{-10}$m D. $R = 10^{-14}$m.

30.5. Với một kim loại nhất định, dòng quang điện chỉ xuất hiện khi ánh sáng đơn sắc kích thích có bước sóng λ thỏa mãn điều kiện nào sau đây?

A. $\lambda < \lambda_0$ (λ_0 là giới hạn quang điện ứng với kim loại sử dụng)

B. $\lambda > \lambda_0$ C. $\lambda = k\lambda_0$ D. $\lambda = k\lambda_0$

30.6. Gọi A_0 là công để tách rời điện tử ra khỏi kim loại, c là vận tốc ánh sáng trong chân không, h = hằng số Planck, giới hạn quang điện được xác định bởi công thức:

A. $\lambda_0 = A_0/hc$ B. $\lambda_0 = hc/A_0$

B. $\lambda_0 = A_0h/c$ D. λ_0c/h.

30.7. Một phôtôn tia – X có năng lượng $6,62.10^{-15}$J. Tần số tương ứng với năng lượng đó là

A. $f = 4,4.10^{-48}$Hz B. $f = 1,0.10^{-19}$Hz

C. $f = 1,0.10^{-5}$Hz D. $f = 1,0.10^{19}$Hz.

30.8. Giới hạn quang điện của Na là $\lambda = 0,50\mu m$. Tính công A' cần thiết để tách rời một điện tử ra khỏi lớp kim loại. Biết $h = 6,63.10^{-34}$ và $c = 3.10^8$ m/s

A. $A' = 19,86 . 10^{-20}$J B. $A' = 198,6. 10^{-20}$J

C. $A' = 39,75.10^{-20}$J D. $A' = 3,97.10^{-20}$J

30.9. Công A' cần thiết để tách rời một điện tử ra khỏi bề mặt của kim loại làm catốt của tế bào quang điện là 3.10^{-19}J. Cho $h = 6,63.10^{-34}$J.s và c = 300.000km/s. Giới hạn quang điện của kim loại trong tế bào đó là

A. $\lambda_0 = 0,66\mu m$ B. $\lambda_0 = 0,55\mu m$

C. $\lambda_0 = 0,50\mu m$ D. $\lambda_0 = 0,46\mu m$

30.10. Cho hằng số Planck $h = 6,63.10^{-34}$J.s. Một phôtôn của ánh sáng tím có $\lambda = 0,4\mu m$ thì có năng lượng

A. $\varepsilon = 4,97.10^{-19}$J B. $\varepsilon = 2,648.10^{-40}$J

C. $\varepsilon = 2,648.10^{-30}$J D. ε = Một giá trị số khác

30.11. Giới hạn quang điện của xêdi là 0,66μm, nếu catốt của một tế bào quang điện bằng xêdi, thì muốn có dòng điện quang ta có thể dùng

A. ánh sáng đỏ có $\lambda > 0,66\mu m$ B. tia hồng ngoại.

C. ánh sáng tím. D. hai câu A và C đúng

30.12. Công cần thiết để làm bứt điện tử ra khỏi catốt của một tế bào quang điện là 4.10^{-19}J. Cho $h = 6,63.10^{-34}$J.s. Giới hạn quang điện của kim loại dùng ở catốt của tế bào quang điện này là

A. $\lambda_0 = 0,485\mu m$ B. $\lambda_0 = 0,470\mu m$

C. $\lambda_0 = 0,445\mu m$ D. $\lambda_0 = 0,497\mu m$

30.13. Catôt của một tế bào quang điện làm bằng vônfram. Biết công thoát của êlectrôn đối với vônfram là $7,2.10^{-19}$J. Giới hạn quang điện của vônfram là

A. $\lambda_0 = 0,276\ \mu m$. B. $\lambda_0 = 0,375\mu m$.

C. $\lambda_0 = 0,425\mu m$. D. $\lambda_0 = 0,475\ \mu m$.

30.14. Catôt của một tế bào quang điện làm bằng vônfram. Biết công thoát của êlectrôn đối với vônfram là $7,2.10^{-19}$J. Chiếu vào catôt vônfram ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,180\mu m$. Động năng cực đại của các êlectron quang điện khi bứt ra khỏi vônfram bằng

A. $W_{dmax} = 10,6.10^{-19}$J. B. $W_{dmax} = 7,2.10^{-19}$J.

C. $W_{dmax} = 4,0.10^{-19}$J. D. $W_{dmax} = 3,8.10^{-19}$J.

30.15. Catôt của một tế bào quang điện làm bằng vônfram. Biết công thoát của êlectrôn đối với vônfram là $7,2.10^{-19}$J và bước sóng kích thích là 262nm. Vận tốc ban đầu cực đại của êlectron quang điện bằng

A. $v_{omax} = 2,92.10^5$ m/s. B. $v_{omax} = 1,84.10^5$ m/s.

C. $v_{omax} = 2,76.10^5$ m/s. D. $v_{omax} = 3,68.10^5$ m/s.

30.16. Catôt của một tế bào quang điện làm bằng vônfram. Biết công thoát của êlectrôn đối với vônfram là $7,2.10^{-19}$J và bước sóng kích thích là 0,18μm. Để triệt tiêu hoàn toàn dòng điện, phải đặt vào hai đầu anôt và catôt một hiệu điện thế hãm bằng

A. $U_h = 6,62$V. B. $U_h = 4,5$V. C. $U_h = 2,5$V. D. $U_h = 2,4$V.

30.17. Nếu hiệu điện thế hãm là 12V thì vận tốc ban đầu cực đại của êlectron quang điện sẽ là

A. $v_{omax} = 1,03.10^5$m/s. B. $v_{omax} = 2,89.10^6$m/s.

C. $v_{omax} = 1,45.10^6$m/s. D. $v_{omax} = 2,05.10^6$m/s.

30.18. Khi cường độ dòng điện qua tế bào quang điện là 8μA thì số êlectron quang điện đến được anôt trong 1s sẽ là

A. $n = 4,5.10^{13}$. B. $n = 5.10^{13}$.

C. $n = 5,5.10^{12}$. D. $n = 6.10^{14}$.

30.19. Chiếu ánh sáng đỏ có $\lambda = 0,666\mu m$ vào catốt của một tế bào quang điện thì phải đặt hiệu điện thế hãm $U_h = 0,69V$ để vừa đủ triệt tiêu dòng quang điện. Lúc đó công thoát của kim loại làm catốt là

A. $A = 1,907.10^{-19}J$. B. $A = 1,850.10^{-19}J$.

C. $A = 2,5.10^{-20}J$. D. $A = 1,206.10^{-18}J$.

30.20. Công thoát của kim loại làm catốt của một tế bào quang điện A = 1,88eV, giới hạn quang điện của kim loại đó là

A. $\lambda_0 = 0,55\mu m$. B. $\lambda_0 = 660nm$.

C. $\lambda_0 = 565nm$. D. $\lambda_0 = 0,540\mu m$.

30.21. Chiếu một chùm tia tử ngoại có bước sóng $\lambda = 250nm$ vào tế bào quang điện có catốt phủ Na. Biết rằng giới hạn quang điện của Na là 0,5μm. Động năng ban đầu cực đại của các êlectron quang điện sẽ là

A. $W_{dmax} = 2,75.10^{-19}J$. B. $W_{dmax} = 3,97.\ 10^{-19}J$.

C. $W_{dmax} = 4,15.\ 10^{-19}J$. D. $W_{dmax} = 3,18.\ 10^{-19}J$.

30.22. Chiếu một chùm sáng đơn sắc vào mặt một tấm đồng. Hiện tượng quang điện sẽ xảy ra nếu ánh sáng đó có bước sóng

A. $\lambda = 0,3\mu m$. B. $\lambda = 0,4\mu m$.

C. $\lambda = 0,45\mu m$. D. $\lambda = 0,5\mu m$.

Chủ đề 31 THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG THUYẾT PHÔTON

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Cũng tương tự như các bài toán áp dụng các định luật quang điện nhằm mục đích xác định các đại lượng đặc trưng như: λ_0, A, E_{do}, v_0, I_{bh}, U_h. Các bài toán trong chủ đề này bổ sung các công thức, các kiến thức để chúng ta có thể xác định nhanh nhất các đại lượng trên và các đại lượng khác nữa.

+ Công thức Anhxtanh: $hf = A + \frac{1}{2}mv_{0\,max}^2$

+ Mối liên hệ giữa động năng của điện tử và hiệu điện thế hãm theo công thức: $\frac{1}{2}mv_{0\,max}^2 = e.U_h$

+ Ngoài ra, trường hợp các e^- bay ra khỏi catốt, nếu có điện trường hãm thì nó sẽ chuyển động chậm dần một đoạn s rồi dừng lại. Khi đó công lực điện trường tác dụng làm giảm động năng của e^- đến 0 là: $\frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = eEs$

+ Hiệu suất lượng tử: $H = N_e/N_\lambda$

+ Cường độ dòng điện: $i = n_e.e = \frac{E_e.e}{t}$

+ Công suất bức xạ điện tử: $p = \frac{N_\lambda}{t}\frac{hc}{\lambda} = n_\lambda\frac{hc}{\lambda}$

n_e: số êlectron bứt ra khỏi catốt trong 1s

n_λ: số photon chiếu đến catốt trong 1s

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 31.1

Tính hiệu điện thế nhỏ nhất mà ta cần đặt vào giữa hai điện cực A và K của một tụ điện để có thể ngăn cản hoàn toàn các quang e đã được bứt ra khỏi bản âm cực K, nếu chùm tia sáng chiếu vào nó có bước sóng $\lambda = 200nm$ và công thoát của e khi đó bằng $A_0 = 4eV$.

Bài giải:

Cho: $\lambda = 200nm = 2.10^7m$

$A_0 = 4eV = 4.1,6.10^{-19}$

Xác định: U?

Phân tích và giải:

Khi chiếu một chùm ánh sáng thích hợp (có $v<v_0$) vào bản kim loại âm cực K, một số e sẽ bị bứt ra khỏi bản và có động năng ban đầu là $\frac{mv^2}{2}$

trong đó m: khối lượng của electron

v: vận tốc ban đầu của quang electron

Muốn ngăn cản hoàn toàn các quang e không cho chúng chuyển động về bản dương cực A chúng ta cần đặt vào giữa hai bản A và K một hiệu điện thế U sao cho công của lực điện eU thực hiện trong dịch chuyển các quang e từ bản K đến bản A sẽ phải bằng động năng ban đầu $\frac{mv^2}{2}$ của các quang electron, nghĩa là:

$eU = \frac{mv^2}{2}$, trong đó $e = 1,6.10^{-19}C$ là điện tích của quang electron.

Cần chú ý rằng trong trường hợp này điện thế ở bản A sẽ phải âm so với điện thế ở bản K, bởi vì các quang electron mang điện tích âm. Động năng ban đầu của các quang electron có thể xác định từ công thức của Anhxtanh đối với hiện tượng quang điện.

Thực vậy ta có: $h\nu = A_0 + \frac{mv^2}{2}$, hay: $\frac{mv^2}{2} = h\nu - A_0 = h\frac{c}{\lambda} - A_0$

trong đó λ: bước sóng ứng với tần số ν của ánh sáng kích thích.

A_0: là công thoát của electron khỏi bản K

$c = 3.10^8$m/s là vận tốc ánh sáng trong chân không

Sau khi so sánh được các phương trình với nhau ta tìm được hiệu điện thế U:

$$U = \frac{mv^2}{2e} = \frac{h.\frac{c}{\lambda} - A_0}{e} \approx 2{,}21\text{Vôn}$$

Đáp số: U = 2,21V

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

31.2. Catốt của một tế bào quang điện làm bằng xêdi có giới hạn quang điện là 0,657μm. Xác định công thoát êlectron của xêdi.

Đáp số: A = 1,89eV.

31.3. Chiếu ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0{,}489\mu m$ vào catốt bằng kali của một tế bào quang điện chân không có hiệu điện thế hãm giữa anốt và catốt bằng $U_{AK} = -0{,}39V$ thì thấy cường độ dòng quang điện bằng 0. Xác định công thoát của kali.

Đáp số: $A = 3{,}44.10^{-19}J = 2{,}15eV$

31.4. Catốt của một tế bào quang điện làm bằng kim loại có công thoát $A = 7{,}23.10^{-19}J$. Chiếu vào catốt này đồng thời hai bức xạ điện từ có bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 0{,}18\mu m$, và $\lambda_2 = 0{,}29\mu m$. Cho $|e| = 1{,}6.10^{-19}C$, $h = 6{,}625.10^{-34}J.s$, $c = 3.10^8$ m/s:

a. Bức xạ điện từ nào gây ra hiện tượng quang điện ?

b. Để triệt tiêu hoàn toàn dòng quang điện thì cần phải đặt vào giữa anốt và catốt của tế bào đó hiệu điện thế bằng bao nhiêu ?

Đáp số: a. Chỉ λ_1 còn λ_2 không; b. $-U_{AK} = 2{,}38V$

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

31.5. Thuyết lượng tử cho rằng

A. khi chuyển từ trạng thái dừng có mức năng lượng cao sang trạng thái dừng có mức năng lượng thấp thì nguyên tử hấp thụ năng lượng

B. ở trạng thái dừng nguyên tử không bức xạ.

C. quỹ đạo của tất cả các êlectron hoá trị bằng nhau.

D. nguyên tử ở mức năng lượng càng cao thì càng bền vững.

31.6. Hiện tượng nào sau đây không liên quan đến tính chất lượng tử của ánh sáng?

A. Sự tạo thành quang phổ vạch. B. Các phản ứng quang hoá.

C. Sự phát quang của các chất. D. Sự hình thành dòng điện dịch.

31.7. Vận tốc cực đại v_{max} của các êlectrôn quang điện bị bứt ra từ catôt và công thoát A bởi ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ đập vào bề mặt của catốt liên hệ nhau bằng công thức

A. $v = \sqrt{\frac{2}{m}\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right)}$ B. $v = \sqrt{\frac{2}{m}\left(\frac{hc}{\lambda} + A\right)}$

C. $v = \sqrt{\frac{2}{m}\left(A - \frac{hc}{\lambda}\right)}$ D. $v = \sqrt{\frac{2}{m}\left(\frac{h\lambda}{c} - A\right)}$

31.8. Nếu trong một môi trường, ta biết được bước sóng của lượng tử năng lượng ánh sáng (phôtôn) là hf và bằng λ, thì chiết suất tuyệt đối của môi trường đó bằng

A. $n = \frac{c\lambda}{f}$. B. $n = \frac{hf}{c}$. C. $n = \frac{c}{\lambda f}$. D. $n = c\lambda$.

31.9. Một tế bào quang điện có catốt được làm bằng asen có công thoát bằng 5,15eV. Nếu chiếu một chùm sáng đơn sắc có tần số $f = 10^{15}$Hz vào tế bào quang điện đó, thì có xảy ra hiện tượng quang điện không? Chọn đáp án đúng.

A. $\lambda_0 = 0{,}241\mu m < \lambda = 0{,}30\mu m$ không xảy ra

B. $\lambda_0 = 0{,}241\mu m > \lambda = 0{,}13\mu m$ xảy ra

C. $\lambda_0 = 0{,}341\mu m > \lambda = 0{,}30\mu m$ xảy ra

D. $\lambda_0 = 0{,}341\mu m < \lambda = 0{,}35\mu m$ không xảy ra

31.10. Một tế bào quang điện có catốt được làm bằng asen có công thoát bằng 5,15eV. Một chùm sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0{,}2\mu m$ chiếu vào catốt. Vận tốc cực đại của êlectron khi nó vừa bị bật khỏi catốt là

A. $v_{omax} = 6{,}11.10^5$m/s. B. $v_{omax} = 0{,}61.10^5$m/s.

C. $v_{omax} = 6{,}11.10^4$m/s. D. $v_{omax} = 0{,}61.10^4$m/s

31.11. Một tế bào quang điện có catốt được làm bằng asen có công thoát bằng 5,15eV. Chiếu một chùm sáng đơn sắc bước sóng 0,200μm vào catôt và nối tế bào quang điện với nguồn điện một chiều. Cứ mỗi giây, catôt nhận được năng lượng chùm sáng bằng P = 3mJ. Khi đó cường độ dòng quang điện bão hoà là $I = 4{,}5.10^{-6}$A.

a. Số phôton đến catôt trong 1 giây là

A. $n_e = 2{,}81.10^{12}$hạt. B. $n_e = 0{,}281.10^{13}$hạt.

C. $n_e = 0{,}\ 281.10^{12}$hạt. D. $n_e = 2{,}81.10^{13}$hạt.

b. Số êlectron bị bật ra khỏi catôt trong 1 giây là

A. $n_\lambda = 3,02.10^{14}$ hạt. B. $n_\lambda = 0,302.10^{15}$ hạt.

C. $n_\lambda = 0,302.10^{14}$ hạt. D. $n_\lambda = 3,02.10^{15}$ hạt.

c. Người ta gọi hiệu suất lượng tử của tế bào quang điện là tỉ số giữa số êlectron bị bật ra so với số phôtôn bị hấp thụ trong cùng một khoảng thời gian. Cho biết: điện tích nguyên tố $e = 1,6.10^{-19}$C, $h = 6,625.10^{-34}$J.s, $c = 3.10^8$ m/s, khối lượng của êlectron $m = 9,1.10^{-31}$kg. Hiệu suất lượng tử của tế bào quang điện trên là

A. $H = 0,63\%$. B. $H = 0,83\%$.

C. $H = 0,73\%$. D. $H = 0,93\%$.

Chủ đề 32 HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG (QUANG DẪN, QUANG TRỞ, PIN QUANG ĐIỆN)

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Các bài tập trong chủ đề tập trung vào hiện tượng quang điện trong, các công thức của Anhxtanh và định luật về quang điện đều ứng dụng được để giải toán.

Các kiến thức cần nắm:

+ Chất quang dẫn là chất cách điện khi bị chiếu ánh sáng thì trở thành chất dẫn điện.

+ Hiện tượng quang điện trong là hiện tượng các êlectron liên kết được ánh sáng giải phóng để trở thành các êlectron dẫn điện.

+ Pin quang điện là pin chạy bằng năng lượng ánh sáng, nó biến đổi trực tiếp quang năng thành điện năng. Pin hoạt động dựa trên hiện tượng quang điện trong xảy ra bên cạnh một lớp chắn.

Các bài tập cần sử dụng các công thức:

+ Hiệu suất lượng tử: $H = N_e/N_\lambda$

+ Cường độ dòng điện: $i = n_e.e = \dfrac{E_e.e}{t}$

+ Công suất bức xạ điện từ: $p = \dfrac{N_\lambda}{t}\dfrac{hc}{\lambda} = n_\lambda \dfrac{hc}{\lambda}$

n_e: số êlectron bứt ra khỏi catốt trong 1s

n_λ: số photon chiếu đến catốt trong 1s

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 32.1

Catốt của một tế bào quang điện làm bằng xedi có công thoát e bằng A = 1,89 eV Chiếu vào catốt một chùm sáng đơn sắc màu vàng có bước sóng $\lambda = 0,589\ \mu m$ và có công suất P = 0,625 W.

1. Tìm giới hạn quang điện đối với catốt đó?
2. Tìm vận tốc cực đại của e thoát khỏi catốt. Muốn tăng vận tốc cực đại này lên thì làm thế nào? Tăng cường độ công suất của chùm sáng màu vàng hay thay bằng ánh sáng màu khác?
3. Tìm hiệu điện thế hãm phải đặt vào giữa anốt và catốt để làm triệt tiêu dòng quang điện?
4. Tìm số phôtôn đập vào mặt catốt trong một phút.
5. Tìm cường độ dòng quang điện bão hoà trong trường hợp hiệu suất lượng tử là H = 90%.

Bài giải:

Cho: A = 1,89eV; $\lambda = 0,589\ \mu m$;
P = 0,625W; H = 90%

Xác định: $\lambda_0 = ?$; $v_{0max} = ?$; $U_h = ?$
$n_p = ?$; $I_{bh} = ?$

Phân tích:

Đây là loại toán về hiện tượng quang điện. Chỉ cần áp dụng linh hoạt các công thức đã nêu và các công thức đã được suy ra từ đó, chẳng hạn như:

$$e.U_h = \frac{mv_{max}^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - A$$

Hiệu suất lượng tử: $H = \dfrac{n}{N}$ với $n = \dfrac{I_{bh}}{e}$, $N = \dfrac{P}{\varepsilon}$ ...

Khi tính toán bằng số, cần chuyển đổi các đơn vị của các đại lượng đã cho trong đề bài về đơn vị SI (đặc biệt lưu ý chuyển đổi từ eV sang J). Về kết quả thu được, có thể nhận xét là A có trị số khoảng vài eV; v_{max} có trị số từ 10^5m/s đến 10^6m/s, U_h có trị số cỡ vôn....Ngoài ra đề bài có thể yêu cầu xét khả năng xảy ra hiện tượng quang điện, khi đó chỉ cần tìm λ_0 và so sánh nó với λ.

Giải

1. Ta có: $\lambda_0 = \dfrac{hc}{A}$ với $A = 1,89\ eV = 1,89.1,6.10^{-19}\ J$

Suy ra: $\lambda_0 = 6,57.10^{-7}\ m = 0,657\ \mu m$.

2. Áp dụng công thức Anhxtanh $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_{max}^2}{2}$

Suy ra: $v_{max} = \sqrt{\frac{2}{m}\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right)} = 2,72.10^5$ m/s.

Theo công thức Anhxtanh, ta thấy muốn tăng vận tốc cực đại của electron thoát khỏi catốt phải thay ánh sáng màu vàng bằng ánh sáng có bước sóng nhỏ hơn (từ lục đến tím chẳng hạn)

3. Muốn làm triệt tiêu dòng quang điện thì ta phải đặt vào giữa anốt và catốt một hiệu điện thế có độ lớn U_h mà:

$$e.U_h = \frac{mv_{max}^2}{2}, \text{ hay } e.U_h = \frac{h\,c}{\lambda} - A.$$

$$\Rightarrow U_h = \frac{1}{e}\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right) \approx 1,48V$$

4. Năng lượng của chùm tia sáng chiếu vào catốt trong một phút:

$$A = P.t = 37,5 J$$

Số photon đập vào trong catốt trong một phút :

$$N = \frac{A}{\varepsilon} = \frac{A\lambda}{hc} = 1,178.10^{20}$$

5. Số e bứt ra khỏi mặt catốt trong một phút bằng:

$$H = \frac{n}{N} \rightarrow n = N.H = 1,06.10^{20}$$

Lượng điện tích âm chạy từ catốt sang anốt trong một phút: $q = ne$

Cường độ dòng quang điện bão hoà: $I_{bh} = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t} = 0,2826$ A.

Đáp số: $\lambda_0 = 0,657$ μm; $v_{0max} = 2,72.10^5$m/s.
$U_h = 1,48$eV; $N = 1,178.10^{20}$ hạt; $I_{bh} = 0,2826$A

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

32.2. Khi chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,405\ \mu m$ vào bề mặt catốt của một tế bào quang điện, ta thu được dòng quang điện bão hoà có cường độ i_{bh}. Có thể làm triệt tiêu dòng quang điện này bằng một hiệu điện thế hãm có độ lớn bằng 1,26 V. Hãy xác định:

a. Vận tốc ban đầu cực đại của êlectron quang điện trong thí nghiệm.

b. Công thoát của êlectron đối với kim loại dùng làm catốt tế bào này.

c. Giả sử cứ mỗi phôtôn đập vào catốt làm bứt ra một êlectron (hiệu suất quang điện 100%), ta đo được $i_{bh} = 49mA$. Cho: $h = 6,625.10^{-34}J.s$; $e = 1,6.10^{-19}C$; $m_e = 9,1.10^{-31}kg$, $c = 3.10^8 m.s^{-1}$. Xác định số phôtôn đập vào catốt trong mỗi giây.

d. Công suất của nguồn bức xạ (công suất nguồn bức xạ được chuyển hoàn toàn thành công suất của chùm sáng chiếu vào catốt).

Đáp số: a. $v_0 = 0,66.10^6 (m/s)$. b. $A = 1,8eV$;
c. $n_\lambda \approx 3,06.\ 10^{-17}$; d. $P = 0,15W$.

32.3. Một tế bào quang điện có catốt được làm bằng asen có công thoát bằng 5,15eV. Chiếu một chùm sáng đơn sắc bước sóng $0,200\mu m$ vào catôt và nối tế bào quang điện với nguồn điện một chiều. Cứ mỗi giây, catôt nhận được năng lượng chùm sáng bằng $P = 3mJ$. Khi đó cường độ dòng quang điện bão hoà là $I = 4,5.10^{-6}A$. Hãy xác định:

a. Số phôton đến catôt trong 1 giây.

b. Số êlectron bị bật ra khỏi catôt trong 1 giây.

c. Người ta gọi hiệu suất lượng tử của tế bào quang điện là tỉ số giữa số êlectron bị bật ra so với số phôtôn bị hấp thụ trong cùng một khoảng thời gian. Cho biết: điện tích nguyên tố $e = 1,6.10^{-19}C$, $h = 6,625.10^{-34}J.s$, $c = 3.10^8$ m/s, khối lượng của êlectron $m = 9,1.10^{-31}kg$. Hiệu suất lượng tử của tế bào quang điện trên là bao nhiêu ?

Đáp số: a. $n_e = 2,81.10^{13}$hạt;
b. $n_\lambda = 3,02.10^{15}$ hạt; c. $H = 0,93\%$

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

32.4. Hiện tượng nào dưới đây không thể hiện tính chất hạt của ánh sáng:

A. Hiện tượng phát quang.

B. Hiện tượng quang điện.

C. Hiện tượng tán sắc tạo thành quang phổ liên tục của ánh sáng trắng.

D. Hiện tượng tạo thành quang phổ vạch của nguyên tử hydrô .

32.5. Cho các dụng cụ 1) đèn ống. 2) quang trở. 3) pin mặt trời. 4) rơle quang điện. Hiện tượng quang điện không dùng trong dụng cụ nào?

A. 2; 3; 4. B. 2; 4. C. 1; D. 1; 3.

32.6. Quang phổ của các đèn huỳnh quang phát ra thuộc

A. quang phổ phát xạ.

B. quang phổ liên tục.

C. quang phổ hấp thụ.

D. quang phổ vạch hấp thụ trên nền quang phổ liên tục.

32.7. Nguyên tắc hoạt động của quang trở dựa vào

A. hiện tượng quang điện.

B. hiện tượng quang điện trong.

C. hiện tượng quang dẫn.

D. hiện tượng phát quang của các chất rắn.

32.8. Chọn câu SAI trong số các câu dưới đây.

A. Pin quang điện là nguồn điện trong đó quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng. Pin hoạt động dựa vào hiện tượng quang điện trong xảy ra bên trong chất bán dẫn.

B. Các quang trở có thể dùng thay tế bào quang điện trong các mạch điều khiển bằng tín hiệu ánh sáng. Khi được chiếu sáng thì điện trở của quang trở giảm mạnh làm tăng dòng điện ở mạch điều khiển.

C. Trong hiện tượng quang dẫn, mỗi photon của ánh sáng kích thích được hấp thụ sẽ giải phóng một êlectron liên kết thành êlectron dẫn. Các lỗ trống tạo thành cũng tham gia vào quá trình dẫn điện.

D. Bước sóng của ánh sáng có thể gây ra hiện tượng quang dẫn ở một chất gọi là giới hạn quang dẫn của chất đó.

32.9. Kim loại dùng làm catốt của một tế bào quang điện có giới hạn quang điện là $\lambda = 0,55\mu m$. Hiệu điện thế giữa anốt và catốt tế bào quang điện này bằng $U = 60V$ thì

A. công thoát êlectron của kim loại dùng làm catốt là $A = 3,61.10^{-19}J$.

B. công thoát êlectron của kim loại dùng làm catốt là $A = 22,6$ eV.

C. khi chiếu sáng bằng ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,55\mu m$ thì vận tốc của êlectron khi đến anốt là $v = 21,1.10^{12}$ m/s.

D. khi chiếu sáng bằng ánh sáng có bước sóng $\lambda' = 0,50\mu m$ thì động năng của êlectron khi đến anốt bằng $39,75.10^{-20}J$.

32.10. Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống Rơnghen là $U = 12,0kV$. Bước sóng nhỏ nhất λ_{min} của tia X do ống Rơnghen đó phát ra sẽ là

A. $\lambda_{min} = 2,18.10^{-10}m$. B. $\lambda_{min} = 1,04.10^{-10}m$

C. $\lambda_{min} = 1,04.10^{-13}m$. D. $\lambda_{min} = 1,04.10^{-9}m$

32.11. Chọn câu **sai** trong số các câu dưới đây:

A. Ánh sáng lân quang phát ra khi các tinh thể được chiếu sáng thích hợp có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng kích thích.

B. Sự phát sáng của các tinh thể khi được chiếu sáng bằng ánh sáng có bước sóng thích hợp gọi là sự huỳnh quang. Ánh sáng huỳnh quang còn tồn tại lâu sau khi tắt nguồn ánh sáng kích thích.

C. Sự phát sáng của các chất khi được chiếu sáng thích hợp gọi là sự phát quang. Tần số của ánh sáng phát quang nhỏ hơn tần số của ánh sáng kích thích.

D. Các phản ứng hoá học xảy ra dưới tác dụng của ánh sáng như phản ứng quang hợp gọi là phản ứng quang hoá.

32.12. Kết quả tính nào dưới đây là sai.

A. Tia gamma có năng lượng 0,41MeV thì có tần số $f = 10^{20}$Hz.

B. Phôtôn tia X có năng lượng $e = 19,86.10^{-16}$ J thì có $m = 2,2.10^{-32}$kg.

C. Phôtôn của ánh sáng nhìn thấy có bước sóng $\lambda = 0,7\mu m$ có năng lượng bằng 1,77eV.

D. Sóng vô tuyến có bước sóng $\lambda = 10^3$m thì có động lượng $p = 6,6.10^{-31}$ kg.m/s.

32.13. Dung dịch fluorêxin hấp thụ ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,45\mu m$ và phát ra ánh sáng có bước sóng $\lambda' = 0,50\mu m$. Người ta gọi hiệu suất phát quang là tỉ số giữa năng lượng của ánh sáng phát quang và năng lượng của ánh sáng hấp thụ trong cùng thời gian.

A. Nếu hiệu suất phát quang của dung dịch fluorêxin là 75% thì có 67,5% số phôtôn đã hấp thụ dẫn đến sự phát quang.

B. Hiệu suất của quá trình hấp thụ và phát quang là 90%.

C. Nếu hiệu suất phát quang của dung dịch fluorêxin là 75% thì có 75% số phôtôn đã hấp thụ gây ra sự phát quang.

D. Hiệu suất của quá trình hấp thụ và phát quang là 1,1.

32.14. Một quang trở có đặc điểm

A. Điện trở tăng khi nhiệt độ tăng.

B. Điện trở giảm khi nhiệt độ tăng.

C. Điện trở tăng khi bị chiếu sáng.

D. Điện trở giảm khi bị chiếu sáng.

Chủ đề 33

MẪU NGUYÊN TỬ BO VÀ QUANG PHỔ VẠCH CỦA HYĐRÔ

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Các bài toán trong phần này nhằm giải quyết các vấn đề sau:

+ Trên cơ sở các tiên đề của Bo (tiên đề về trạng thái dừng, tiên đề về sự hấp thụ và bức xạ năng lượng của nguyên tử) cùng với hệ quả của nó để xác định các giá trị năng lượng ứng với các mức và năng lượng của bức xạ phôton phát ra rong các chuyển dời giữa các mức đó

+ Tính toán bán kính quỹ đạo bên ngoài: $r = n^2r_0$ (với $r_0 = 0,53.10^{-10}$m)

+ Xác định vận tốc của êlectron trên quỹ đạo, trong đó lực Culong đóng vai trò lực hướng tâm: $F_C = F_{ht} \Rightarrow k\dfrac{e^2}{r^2} = \dfrac{m.v^2}{r} = mr\omega^2$.

+ Xác định tần số bức xạ: $\dfrac{hc}{\lambda_{nt}} = E_n - E_t$

Trong trường hợp năng lượng của nguyên tử hydrô cần lưu ý:

$E_n = -\dfrac{13,6}{n^2}$ (eV) (n = 1, 2, 3 gọi là lượng tử số)

+ Quang phổ vạch của hyđrô gồm nhiều dãy xác định, tách rời nhau:

+ Bước sóng của phổ: $\lambda = c/f$

+ Năng lượng ion hoá khi nguyên tử ở trạng thái ứng với mức năng lượng thứ n được xác định bằng: $\Delta E = E - E_n = -E_n = hf_n$

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 33.1

Năng lượng của quỹ đạo dừng thứ n trong nguyên tử hydrô được tính bởi hệ thức: $E_n = \dfrac{-13,6}{n^2}$ *(eV) (n là số nguyên). Khi êlectron chuyển từ quỹ đạo có mức cao hơn về mức n = 2 sẽ phát bức xạ trong dãy quang phổ Banme. Xác định hai bước sóng giới hạn của dãy này.*

Bài giải:

Cho: $E_n = \dfrac{-13,6}{n^2}$ (eV). n = 2.

Xác định: λ_1 = ? và λ_2 = ?

Phân tích:

Khi nguyên tử hyđro chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_m sang trạng thái dừng có năng lượng E_n (với $E_m > E_n$) thì nguyên tử phát ra một phôton có năng lượng đúng bằng hiệu E_m với E_n : $\varepsilon = hf_{mn} = E_m - E_n$, Với f_{mn} là tần số của sóng ánh sáng ứng với phôton đó. Lưu ý rằng khi ta xác định được tần số bức xạ ta có thể xác định được bước sóng cần tìm.

Giải

Khi chuyển từ mức năng lượng n > 2 xuống mức năng lượng n = 2 thì nguyên tử hyđrô phát ra phôtôn có bước sóng được xác định bởi:

$$h.f = \frac{h.c}{\lambda} = E_n - E_2 = 13{,}6.\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)(eV)$$

$$\lambda = \frac{h.c}{\left[13{,}6.1{,}6.10^{-19}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)\right]}$$

Bước sóng giới hạn dưới khi n = 3 là:

$$\lambda_3 = \frac{h.c}{13{,}6.1{,}6.10^{-19}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)} = 6{,}57.10^{-7}m = 0{,}657\mu m$$

Bước sóng giới hạn trên khi $n = \infty$ là:

$$\lambda' = \frac{h.c}{13{,}6.1{,}6.10^{-19}\left(\frac{1}{2^2} - 0\right)} = 0{,}365\mu m$$

Đáp số: $\lambda_3 = 0{,}657\ \mu m$, $\lambda' = 0{,}365\ \mu m$.

Thí dụ 33.2

Xác định bán kính quỹ đạo lượng tử thứ nhất của nguyên tử hydrô và vận tốc của electron trên quỹ đạo đó?

Bài giải:

Cho: n = 1

Xác định: $r_1 = ?$; $v_1 = ?$

Phân tích: Theo giả thuyết của Bo, bán kính r của quỹ đạo lượng tử trong nguyên tử được xác định bởi điều kiện: $mvr = n.\frac{h}{2\pi}$ (1).

trong đó: m: Khối lượng của electron

v: vận tốc của electron

n = 1, 2,...là số thứ tự của quỹ đạo lượng tử

$h = 6{,}623.10^{-34}$J.s là hằng số Planck

Vì hạt nhân nguyênt tử hyđrô mang điện tích +e nên khi chuyển động trong nguyên tử hyđrô electron mang điện tích –e sẽ bị hạt nhân tác dụng lên nó một lực hút Culông có độ lớn bằng: $F = k.\frac{e^2}{r^2}$. Chính lực hút Culông này đóng vai trò như lực hướng tâm giữ cho electron chuyển động tròn trên quỹ đạo lượng tử xung quanh hạt nhân, nghĩa là: $\frac{mv^2}{r} = k.\frac{e^2}{r^2}$

hay: $mvr = k.\frac{e^2}{v}$ (2). Từ các phương trình (1) và (2) ta suy ra vận tốc của electron trên quỹ đạo lượng tử thứ n bằng: $v = k.\frac{2\pi e^2}{nh}$

và bán kính của quỹ đạo thứ n sẽ bằng: $r = n.\frac{h}{2\pi mv}$ (4)

Giải

Thay $k = 9.10^9$; $h = 6{,}623.10^{-34}$J.s; $e = 1{,}6.10^{-19}$C và $m = 9{,}1.10^{-31}$kg vào các công thức ở trên ta sẽ tính được vận tốc của electroon trên quỹ đạo thứ nhất (n = 1) trong nguyên tử sẽ bằng: $v_1 \approx 2{,}2.10^6$m/s

bán kính của quỹ đạo lượng tử thứ nhất sẽ bằng: $r_1 \approx 0{,}53.10^{-10}$m

Đáp số: $v_1 = 2{,}2.10^6$m/s; $r_1 = 0{,}53.10^{-10}$m

Thí dụ 33.3

Xác định năng lượng toàn phần của electron trên quỹ đạo thứ nhất trong nguyên tử hyđrô?

Bài giải:

Cho: n = 1

Xác định: W = ?

Phân tích: Năng lượng toàn phần W của electron trên quỹ đạo thứ nhất trên nguyên tử hyđrô sẽ bằng tổng số động năng $W_đ$ của electron chuyển động trên quỹ đạo lượng tử quanh hạt nhân mang điện tích +e: $W = W_đ + W_t$

Vì hạt nhân nguyên tử hyđrô mang điện tích +e nên khi chuyển động trong nguyên tử hyđrô electron mang điện tích – e sẽ bị hạt nhân tác dụng lên nó một lực hút Culông có độ lớn bằng: $F = k.\frac{e^2}{r^2}$. Chính lực hút Culông này đóng vai trò như lực hướng tâm giữ cho electron chuyển động tròn trên quỹ đạo lượng tử xung quanh hạt nhân, nghĩa là: $\frac{mv^2}{r} = k.\frac{e^2}{r^2}$

nên động năng của electron trên quỹ đạo lượng tử bằng: $W_đ = \frac{mv^2}{2} = k.\frac{e^2}{2r}$.

Mặt khác ta đã biết điện thế trong điện trường gây bởi điện tích $q = +e$ tại những điểm cách đó một khoảng r bằng $\Phi = k.\dfrac{q}{r} = k.\dfrac{e}{r}$. Do đó suy ra thế năng tương tác W_t giữa hạt nhân mang điện tích +e với electron mang điện tích – e chuyển động trên quỹ đạo lượng tử có bán kính r sẽ bằng:

$W_t = -e\Phi = -k.\dfrac{e^2}{r}$ và năng lượng toàn phần của electron sẽ bằng:

$$W = W_t + W_đ = k.\frac{e^2}{2r} - k.\frac{e^2}{r} = -k.\frac{e^2}{2r}$$

Năng lượng toàn phần của electron là một đại lượng âm có giá trị tuyệt đối bằng động năng của chính nó khi thay bán kính $r = n.\dfrac{h}{2\pi mv}$ và vận tốc của electron là $v = k.\dfrac{2\pi e^2}{nh}$ vào biểu thức năng lượng toàn phần của electron ta sẽ tìm được: $W = -\dfrac{k^2.2\pi.me^4}{h^2}.\dfrac{1}{n^2}$. Như vậy năng lượng toàn phần của electron trong nguyên tử hiđrô có độ lớn tỉ lệ nghịch với bình phương các số thứ tự của quỹ đạo lượng tử ($\dfrac{1}{n^2}$).

Giải

Khi thay $k = 9.10^9$; $h = 6{,}623.10^{-34}$J.s; $e = 1{,}6.10^{-19}$C và $m = 9{,}1.\ 10^{-31}$kg vào các công thức ở trên ta sẽ tính được năng lượng toàn phần của electron trên quỹ đạo lượng tử thứ nhất (n = 1) trong nguyên tử hiđrô bằng:

$W_1 = -2{,}2.10^{-17}J \approx -13{,}75eV$

Đáp số: $W_1 = -2{,}2.10^{-17}J \approx -13{,}75eV$.

Thí dụ 33.4

Tính bước sóng của lượng tử ánh sáng do nguyên tử hydrô phát ra khi electron trong nó chuyển dời từ quỹ đạo lượng tử thứ hai ứng với năng lượng $W_2 = -3{,}38eV$ sang quỹ đạo lượng tử thứ nhất ứng với năng lượng: $W_1 = -13{,}55eV$.

Bài giải:

Cho: $W_1 = -13{,}55eV$.

$W_2 = -3{,}38eV$

Xác định: λ =?

Phân tích và giải:

Khi electron trong nguyên tử hydrô chuyển từ quỹ đạo ứng với năng lượng W_2 sang quỹ đạo lượng tử thứ nhất ứng với năng lượng W_1 thì nguyên tử phát ra một lượng tử ánh sáng có năng lượng hf bằng:

$$hf = W_2 - W_1 = 10{,}17 \text{ eV}$$

Trong đó tần số ánh sáng f liên hệ với bước sóng ánh sáng bởi hệ thức sau đây:

$$f = \frac{c}{\lambda} \text{ (với } c = 3.10^8 \text{ m/s).}$$

Từ những hệ thức trên ta tính được bước sóng λ của lượng tử ánh sáng phát ra trong trường hợp này bằng: $\lambda = \dfrac{h.c}{W_2 - W_1} \approx 1{,}22.10^{-7}$m

Đáp số: $\lambda \approx 1{,}22.10^{-7}$m

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

33.5. Ba vạch có bước sóng dài nhất trong dãy Laiman của quang phổ hydrô là $\lambda_1 = 0{,}121568\mu m$; $\lambda_2 = 0{,}10257\mu m$; $\lambda_3 = 0{,}097541\mu m$.

a. Khi nguyên tử hydrô bị kích thích sao cho êlectrôn chuyển lên quỹ đạo N. Xác định các bức xạ mà nguyên tử có thể phát ra ứng với những vạch trong dãy Banme.

b. Cho hằng số Plăng $h = 6{,}625.10^{-34}$ J.s; vận tốc ánh sáng trong chân không $c = 3.10^8$m/s. Xác định năng lượng phôtôn ứng với các bức xạ trên.

Đáp số: a. Vạch đỏ H_α và lam H_β;
b. $\varepsilon_\alpha = 3{,}04.10^{-19}$J, $\varepsilon_\beta = 4{,}09.10^{-19}$J.

33.6. Với nguyên tử hydrô thì bán kính quỹ đạo Bo trong cùng là $r_0 = 0{,}530.10^{-10}$m.

a. Bán kính quỹ đạo Bo thứ 2 và thứ 3 của nguyên tử hyđro là

b. Vận tốc của êlectron trên mỗi quỹ đạo đó là

Đáp số: a. $r_2 = 2{,}12.10^{-10}$m; $r_3 = 4{,}77.10^{-10}$m
b. $v_2 = 1{,}09.10^6$m/s; $v_3 = 0{,}730.10^6$m/s

33.7. Bước sóng λ của các vạch trong quang phổ hydrô có các giá trị sau: Vạch thứ nhất của dãy Laiman $\lambda_{21} = 0{,}121568$ µm; Vạch H_α của dãy Banme $\lambda_{32} = 0{,}656729$ µm; Hai vạch đầu của dãy Pasen là: $\lambda_{43} = 1{,}87138\mu m$; $\lambda_{53} = 1{,}2801\mu m$. Xác định độ dài của bước sóng λ_{52} của vạch quang phổ Hγ dãy Banme (bức xạ phát ra khi êlectron từ quỹ đạo có năng lượng E_5 về mức E_2).

Đáp số: $\lambda_{52} = 0{,}43405\mu m$ (Hγ)

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

33.8. Sự chuyển trạng thái nào sau đây trong nguyên tử hydro hấp thụ phôtôn có tần số cao nhất?

A. $n = 1$ đến $n = 2$ B. $n = 2$ đến $n = 1$

C. $n = 2$ đến $n = 6$ D. $n = 6$ đến $n = 2$

33.9. Gọi r là bán kính quỹ đạo Bo thì quy luật tăng bán kính giữa các lớp K, L, M, N... là

A. tăng theo r^2; B. tăng theo r^3;

C. tăng theo $1/r^2$; D. tăng theo n^2 (với n là các số tự nhiên).

33.10. Gọi λ_α và λ_β lần lượt là hai bước sóng ứng với hai vạch H_α và H_β trong dãy Banme. λ_1 là bước sóng của vạch đầu tiên (vạch có bước sóng dài nhất) trong dãy Pasen. Giữa λ_α, λ_β và λ_1 có mối liên hệ theo biểu thức

A. $\dfrac{1}{\lambda_1} = \dfrac{1}{\lambda_\alpha} + \dfrac{1}{\lambda_\beta}$. B. $\dfrac{1}{\lambda_1} = \dfrac{1}{\lambda_\beta} - \dfrac{1}{\lambda_\alpha}$.

C. $\lambda_1 = \lambda_\alpha + \lambda_\beta$. D. $\lambda_1 = \lambda_\alpha - \lambda_\beta$.

33.11. Cho biết $r_0 = 0{,}530.10^{-10}$m. Bán kính quỹ đạo Bo thứ 2 và thứ 3 của nguyên tử hyđrô trên mỗi quỹ đạo đó là

A. $r_2 = 21{,}2.10^{-10}$m; $r_3 = 47{,}7.10^{-10}$m.

B. $r_2 = 2{,}12.10^{-10}$m; $r_3 = 4{,}77.10^{-10}$m.

C. $r_2 = 2{,}12.10^{-8}$m; $r_3 = 4{,}77.10^{-8}$m.

D. $r_2 = 1{,}06.10^{-10}$m; $r_3 = 1{,}59^{-10}$m.

33.12. Cho biết $r_0 = 0{,}530.10^{-10}$m. Vận tốc của êlectron trên quỹ đạo Bo thứ 2 và 3 là

A. $v_2 = 2{,}72.10^3$m/s; $v_3 = 1{,}82.10^3$m/s

B. $v_2 = 1{,}09.10^6$m/s; $v_3 = 0{,}730.10^6$m/s

C. $v_2 = 1{,}19.10^{12}$m/s; $v_3 = 0{,}533.10^{12}$m/s

D. $v_2 = 1{,}54.10^6$m/s; $v_3 = 1{,}26.10^6$m/s.

33.13. Biết các bước sóng trong dãy Banme là vạch đỏ $\lambda_đ = 0{,}6563\mu m$, vạch lam $\lambda_\beta = 0{,}4861\mu m$, vạch chàm $\lambda_\gamma = 0{,}4340\mu m$ và vạch tím $\lambda_t = 0{,}4102\mu m$. Bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất trong dãy Pasen ở vùng hồng ngoại sẽ là

A. $\lambda_{IR} = 1{,}2811\mu m$. B. $\lambda_{IR} = 1{,}8121\mu m$.

C. $\lambda_{IR} = 1{,}0939\mu m$. D. $\lambda_{IR} = 1{,}8744\mu m$.

33.14. Từ biểu thức tính năng lượng các quỹ đạo dừng của nguyên tử hyđrô là $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$ eV, n là số tự nhiên chỉ các số thứ tự các mức năng lượng. Năng lượng ứng với quỹ đạo dừng M sẽ là

A. $E_M = -13,6$eV.　　B. $E_M = -3,4$eV.

C. $E_M = -1,51$eV.　　D. $E_M = -0,5$eV.

33.15. Từ biểu thức tính năng lượng các quỹ đạo dừng của nguyên tử hyđrô là $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$ eV. Vạch H_β trong quang phổ nhìn thấy ở dãy Banme có bước sóng $\lambda_\beta = 0,4861\mu m$ ứng với dịch chuyển của êlectron từ quỹ đạo dừng nào về quỹ đạo L.

A. P → L.　　B. M → L.　　C. N → L.　　D. O → L.

33.16. Cho $h = 6,625.10^{-34}$Js và $c = 3.10^8$m/s, năng lượng của phôton ứng với bước sóng $\lambda = 0,41\mu m$ sẽ là

A. $E = 4,85.10^{-19}$J.　　B. E = 3,03 eV.

C. $E = 4,85.10^{-25}$J.　　D. Cả A và B đều đúng.

33.17. Biết các bước sóng trong dãy Banme là vạch đỏ $\lambda_\alpha = 0,6563\mu m$, vạch lam $\lambda_\beta = 0,4861\mu m$, vạch chàm $\lambda_\gamma = 0,4340\ \mu m$ và vạch tím $\lambda_t = 0,4102\mu m$. Tìm bước sóng của vạch quang phổ thứ hai trong dãy Pasen ở vùng hồng ngoại. Chọn đáp án **đúng**:

A. $\lambda_{IR} = 1,2811\mu m$;　　B. $\lambda_{IR} = 1,8121\mu m$.

C. $\lambda_{IR} = 1,0939\mu m$;　　D. $\lambda_{IR} = 1,8744\mu m$

Chương VIII

VẬT LÍ HẠT NHÂN

I. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Cấu tạo của hạt nhân nguyên tử:

+ Kí hiệu: $^{A}_{Z}X$; Điện tích hạt nhân: + Ze

(trong đó gồm có A nuclôn, với Z prôtôn và N = A – Z nơtrôn)

+ Kích thước hạt nhân: $R = R_0 A^{1/3}$ ($R_0 = 1,2.10^{-15}$ m = 1,2fm)

+ Các nguyên tử có hạt nhân có chứa cùng một số Z prôtôn, nhưng có số nơtrôn N khác nhau gọi là đồng vị.

2. Đơn vị khối lượng nguyên tử u

$1u = \frac{1}{12}$ khối lượng của đồng vị nguyên tử cacbon $^{12}_{6}C$ (đơn vị cácbon)

hay $1u = 1,66055.10^{-27}$kg ($m_p = 1,0073u$, $m_n = 1,0087u$)

$1MeV/c^2 = \frac{1}{931,5}u$

3. Hệ thức Anhxtanh: Một hạt có năng lượng thì có khối lượng tương ứng và ngược lại, hai đại lượng này luôn tỉ lệ với nhau với hệ số tỉ lệ bằng c^2:

$$E = mc^2$$

– Với một hạt có khối lượng m thì:

+ Động lượng: $\vec{p} = \gamma m\vec{v}$

+ Động năng: $W_d = (\gamma - 1)mc^2$

+ Năng lượng toàn phần: $W = mc^2 + W_d = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

Với hạt phôtôn: v = c, m = 0

$$\Rightarrow W = W_d = \frac{hc}{\lambda} = m^*c^2 \text{ và } p = \frac{h}{\lambda} = m^*c$$

4. Năng lượng liên kết của hạt nhân:

Lực tương tác giữa các nuclôn gọi là lực hạt nhân (tương tác hạt nhân hay còn gọi là tương tác mạnh)

* Độ hụt khối: khối lượng hạt nhân luôn nhỏ hơn khối lượng của tổng các nuclôn tạo thành hạt nhân đó.

$$\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n - m(^{A}_{Z}X)] = m_0 - m > 0$$

$$\Delta m = [Zm_p + Nm_n - m] = m_0 - m > 0$$

m_0 là tổng khối lượng của các nuclôn riêng rẽ đứng yên trước khi tạo thành hạt nhân, m khối lượng hạt nhân: $m_0 > m$, m_p khối lượng prôtôn, m_n = khối lượng nơtrôn.

* Năng lượng liên kết hạt nhân là năng lượng tối thiểu cần thiết phải cung cấp để tách các nuclôn, nó được đo bằng tích của độ hụt khối lượng với thừa số c^2: $W_{lk} = [Zm_p + (A - Z)m_n - m(^A_ZX)]c^2 = \Delta mc^2$

5. Phản ứng hạt nhân

Phản ứng hạt nhân là quá trình biến đổi của các hạt nhân, chia thành hai loại:

- Phản ứng hạt nhân tự phát
- Phản ứng hạt nhân kích thích

Các định luật bảo toàn trong một phản ứng hạt nhân:

- Bảo toàn điện tích: $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$
- Bảo toàn nuclôn (số A): $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$
- Bảo toàn năng lượng toàn phần. $E_{tp} = const$
- Bảo toàn động lượng: $\vec{P}_t = \vec{P}_s$

Năng lượng phản ứng hạt nhân: $Q = (m_0 - m_s)c^2 \neq 0$

(nếu $Q > 0$ toả năng lượng và $Q < 0$ thu năng lượng)

6. Hiện tượng phóng xạ: Phóng xạ là hiện tượng biến đổi hạt nhân, tự phát, ngẫu nhiên.

– Số hạt nhân phân rã của một nguồn giảm theo hàm số mũ:

$$N_t = N_0e^{-\lambda t} = N_0 2^{-t/T}$$

N_0, N_t số hạt nhân ban đầu và tại thời điểm t và λ là hằng số phóng xạ

– Hoạt độ phóng xạ có giá trị bằng số hạt nhân phân rã trong 1s:

$$H = \lambda N = H_0e^{-\lambda t} = H_0 2^{-t/T} \qquad (H_0 = N_0\lambda)$$

– Đơn vị: Becơren(Bq). Curi (Ci): 1Ci = $3,7.10^{10}$Bq = độ phóng xạ 1g Radi

– Chu kì bán rã: $\lambda T_{1/2} = \ln 2 = 0,693$ (sau một chu kì bán rã T số hạt nhân phóng xạ còn lại 1/2 số ban đầu N_0) $\Rightarrow T = 0,693/\lambda$

Các dạng phóng xạ chính (quy luật dịch chuyển phóng xạ):

– Phóng xạ α (hạt nhân con lùi hai ô trong bảng tuần hoàn so với hạt nhân mẹ): $^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He$

– Phóng xạ β^- (hạt nhân con tiến 1 ô so với hạt nhân mẹ):

$$^A_ZX \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^- + {}^0_0\bar{\nu}$$

– Phóng xạ β^+ (hạt nhân con lùi 1 ô so với hạt nhân mẹ):

$$^A_ZX \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e^+ + {}^0_0\nu$$

– Phóng xạ γ: Sự phát tia γ thường xảy ra sau phản ứng hạt nhân tự phát hoặc kích thích: $^A_ZX^* \rightarrow {}^A_zX + \gamma$

7. Năng lượng hạt nhân: Xét phản ứng: $a + b \rightarrow c + d$

* Phản ứng toả năng lượng: khi khối lượng của các hạt ban đầu lớn hơn khối lượng của các hạt sinh ra: $m_0 > m \Rightarrow m_a + m_b > m_c + m_d$

Năng lượng toả ra trong phản ứng là: $E = (m_0 - m)c^2 > 0$. Phản ứng toả năng lượng nếu các hạt sản phẩm có năng lượng liên kết lớn hơn các hạt ban đầu, và năng lượng toả ra bằng độ tăng năng lượng liên kết. Hai loại phản ứng toả năng lượng:

– Phản ứng phân hạch: Các hạt nhân rất nặng (U_{235}, U_{238}, Pu_{242}...) bắt nơtron chậm va phân chia thành các hạt nhân trung bình.

– Phản ứng nhiệt hạch: Các hạt nhân nhẹ như D2, T3... tổng hợp thành các hạt nhân nặng ở nhiệt độ cao.

$$^1_1H + {}^2_1H = {}^3_2He \text{. hoặc } {}^1_1H + {}^3_1H = {}^4_2He$$

$$^2_1H + {}^2_1H = {}^4_2He\text{. } {}^2_1H + {}^3_1H = {}^4_2He + {}^1_0n \text{ hoặc } {}^2_1H + {}^6_3Li = 2({}^4_2He)$$

* Phản ứng thu năng lượng khi:

$m_0 < m$ hay $\Rightarrow m_a + m_b < m_c + m_d$,

Năng lượng hấp thụ vào: $E = (m - m_0)c^2 < 0$. Phản ứng thu năng lượng không thể tự nó xảy ra mà phải cung cấp cho các hạt a và b (hoặc cho các hạt đạn a và b đứng yên) một động năng $K > -E$. Giá trị K_{min} tối thiểu gọi là ngưỡng phản ứng. Dưới ngưỡng này phản ứng không thể xảy ra.

II. PHÂN LOẠI BÀI TẬP

Chủ đề 34 HỆ THỨC ANH – XTANH
TÍNH CHẤT VÀ CẤU TẠO HẠT NHÂN

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

1. Bài toán về hệ thức Anh-xtanh là bài toán giải với các đại lượng tương đối tính: động lượng tương đối tính, năng lượng tương đối tính, động năng tương đối tính...Vì vậy quá trình tính toán cần chú ý đến các dữ kiện của bài toán. Với các hạt vi mô có vận tốc cỡ 0,01c thì cơ học Newtơn không còn nghiệm đúng, vậy nên trong các công thức tính các đại lượng cần có thừa số biến đổi Loren $\gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{c^2}}}$.

(Lưu ý: Một hạt có năng lượng thì có khối lượng tương ứng và ngược lại, hai đại lượng này luôn tỉ lệ với nhau với hệ số tỉ lệ bằng c^2: $W = mc^2$)

– Với một hạt có khối lượng m thì:

+ Động lượng: $p = \gamma m v$

+ Động năng: $W_đ = (\gamma - 1)mc^2$

+ Năng lượng toàn phần: $W = mc^2 + W_đ = \dfrac{mc^2}{\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{c^2}}}$

– Với hạt phôtôn: v = c.m = 0

$$\Rightarrow W = W_đ = \frac{hc}{\lambda} = m^* c^2 \text{ và } p = \frac{h}{\lambda} = m^* c$$

2. Bài toán về tính chất và cấu tạo của hạt nhân thường yêu cầu chúng ta xác định khối lượng, điện tích... của các hạt nhân thông qua một số dữ kiện cho trước như số A, số Z. Khi giải toán phần này cần chú ý đơn vị khối lượng trong vật lí hạt nhân có thể sử dụng kg hoặc u nhưng phải có hệ số chuyển đổi: $1u = 1{,}66055.10^{-27}$kg hoặc có thể sử dụng đơn vị MeV/c^2 với hệ số chuyển đổi: $1MeV/c^2 = 1/931{,}5u$.

Ngoài ra để giải nhanh các bài tập trong phần này, cần nắm chắc các công thức, cấu trệc hoá của các nguyên tố theo bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, còn phải ghi nhớ một số hằng số thường gặp trong quá trình giải toán:

Điện tích nguyên tố: $q_e = -1{,}6.10^{-19}$C
Khối lượng êlectrôn: $m_e = 0{,}00555u$
Khối lượng prôtôn: $m_p = 1{,}0073u$
Khối lượng nơtrôn: $m_n = 1{,}0087u$
Số Avôgađrô : $n_A = 6{,}02.10^{23}mol^{-1}$
Hằng số Plăng : $h = 6{,}625.10^{-34}$Js

Nếu đề bài không nói rõ khối lượng hạt nhân, ta có thể lấy gần đúng bằng số khối của nó (có thể sử dụng công thức gần đúng: nếu $x << 1$ thì $e^{-x} = 1 - x$).

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 34.1

Chứng minh rằng: năng lượng liên kết của hạt nhân ΔW tỉ lệ với độ hụt khối lượng Δm của hạt nhân trong phản ứng hạt nhân, nghĩa là: $\Delta W = \Delta m.c^2$ (với c: là vận tốc ánh sáng trong chân không). Áp dụng tính năng lượng liên kết của hạt nhân He_2^4. Cho biết năng lượng W liên hệ với khối lượng bằng biểu thức: $W = m.c^2$; $M_{He} = 4{,}00387u$; $m_p = 1{,}00814u$; $m_n = 1{,}00899u$

Bài giải:

Cho: $W = mc^2$; $M = 4,00387u$
$m_p = 1,00814u$; $m_n = 1,00899u$

Xác định: $\Delta W = ?$

Phân tích:

Xét một hệ hạt nhân bất kì có số nuclôn gồm Z prôtôn và (A − Z) nơtron. Giả sử W_1 là năng lượng của hạt nhân coi như một hệ toàn bộ, còn W_2 là năng lượng của hệ các nuclôn đã được tách rời ra xa nhau. Rõ ràng là $W_2 > W_1$ bởi vì muốn tách rời các nuclôn trong hạt nhân nguyên tử ra xa nhau thì ta phải tiêu tốn một năng lượng gọi là năng lượng liên kết của hạt nhân bằng:

$W = W_2 - W_1$. Theo điều kiện của bài toán ta có: $W_1 = m_1.c^2$ và $W_2 = m_2.c^2$

Trong đó m_1 là khối lượng của hạt nhân, m_2 là tổng khối lượng của các nuclôn đã được tách rời ra xa nhau. Do đó: $W_2 - W_1 = (m_2 - m_1).c^2$

hay: $\Delta W = \Delta m.c^2$. Vì $W_2 > W_1$ hay $\Delta W > 0$, nên từ hệ thức trên ta suy ra $\Delta m = m_2 - m_1 > 0$ hay $m_2 > m_1$. Nghĩa là khối lượng của các hạt nhân phải nhỏ hơn tổng khối lượng của các nuclôn tạo thành hạt nhân. Theo định nghĩa đại lượng Δm được gọi là độ hụt khối lượng của hạt nhân. Như vậy hệ thức trên chứng tỏ rằng năng lượng liên kết của hạt nhân ΔW tỉ lệ với độ hụt khối lượng của hạt nhân Δm trong phản ứng phân hoá hạt nhân đó.

Giải

Theo phần tóm tắt lí thuyết, công thức tổng quát để tính năng lượng liên kết của hạt nhân sẽ có dạng:

$$\Delta W = m.c^2 = \{[Z.m_p + (A - Z)m_n] - M\}.c^2$$

Trong đó M là khối lượng của hạt nhân và c là vận tốc của ánh sáng trong chân không. Đối với hạt nhân của nguyên tử He, gồm có 2 prôtôn và 2 nơtron, năng lượng liên kết của nó sẽ bằng:

$$\Delta W = [(2.m_p + 2.m_n) - M].c^2$$

Thay các giá trị vào biểu thức của ΔW

$$\Rightarrow \Delta W \approx 4,54.10^{-12}J \approx 2,84.10^7 eV = 28,4\ MeV$$

Đáp số: $\Delta W \approx 28,4\ MeV$

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

34.2. Tại thời điểm ban đầu có 1,2g $^{222}_{86}Rn$. Radon là chất phóng xạ có chu kì bán rã T = 3,6 ngày. Tính số nguyên tử $^{222}_{86}Rn$ còn lại sau thời gian t = 1,4T.

Đáp số: $N = 2,056.10^{20}$

34.3. Iôt phóng xạ $^{131}_{53}I$ dùng trong y tế có chu kì bán rã T = 8 ngày. Lúc đầu có m_0 = 200g chất này. Hỏi sau t = 24 ngày còn lại bao nhiêu?

Đáp số: $m_1 = 25g$

34.4. Nitơ tự nhiên có khối lượng nguyên tử m = 14,00666u và gồm hai đồng vị chính là N_{14} (có khối lượng nguyên tử m_1 = 14,00307u) và N_{15} (có khối lượng nguyên tử m_2). Biết N_{14} chiếm 99,64% và N_{15} chiếm 0,36% số nguyên tử trong nitơ tự nhiên. Xác định khối lượng m_2 của N_{15}.

Đáp số: m_2 = 15,00029 u

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

34.5. Kích thước gần đúng của hạt nhân vào cỡ

A. 10^{-10}m
B. 10^{-12}m
C. 10^{-14}m
D. 10^{-16}m

34.6. Tất cả các đồng vị của một nguyên tố đều có cùng

A. số prôtôn
B. số nơtrôn
C. số nuclôn
D. năng lượng liên kết

34.7. So với tổng khối lượng của các nuclôn, khối lượng của hạt nhân

A. lớn hơn
B. bằng
C. nhỏ hơn
D. đôi khi lớn hơn, đôi khi nhỏ hơn

34.8. Năng lượng ion - hóa của một nguyên tử so với năng lượng liên kết của hạt nhân thì

A. lớn hơn
B. bằng
C. nhỏ hơn
D. đôi khi lớn hơn, đôi khi nhỏ hơn

34.9. Khi hạt nhân ở trạng thái bền vững, số nơtrôn luôn luôn

A. ít hơn số prôtôn
B. ít hơn hay bằng số prôtôn
C. nhiều hơn số prôtôn
D. nhiều hơn hoặc bằng số prôtôn

34.10. Sử dụng công thức về bán kính hạt nhân $r = 1{,}23.10^{-15}.A^{1/3}$m (A là số khối), hãy cho biết bán kính hạt nhân $^{207}_{82}Pb$ lớn hơn bán kính hạt nhân $^{27}_{13}Al$ bao nhiêu lần?

A. Hơn 2,5 lần.
B. Gần 2 lần.
C. Hơn 2 lần.
D. 1,5 lần.

34.11. Hạt nuclôn (tên gọi chung của prôtôn và nơtrôn trong hạt nhân) từ hạt nhân nào trong các hạt nhân liti, xênon và urani bị bứt ra khó nhất?

A. Từ hạt nhân liti.
B. Từ hạt nhân urani.
C. Từ hạt nhân xênon.
D. Từ hạt nhân liti và urani.

34.12. Hạt nhân nguyên tử bitmút $^{209}_{83}Bi$ có bao nhiêu nơtrôn và prôtôn?

A. 209n, 83p;
B. 83n, 209p.
C. 126n, 83p;
D. 83n, 126p.

34.13. Hạt nhân nguyên tử chì có 82 prôtôn và 125 nơtron. Hạt nhân nguyên tử này có kí hiệu như thế nào?

A. $^{125}_{82}Pb$.　　　　B. $^{82}_{125}Pb$.

C. $^{82}_{207}Pb$.　　　　D. $^{207}_{82}Pb$.

34.14. Số prôtôn trong 15,9949 gam $^{16}_{8}O$ là bao nhiêu?

A. $Z = 4{,}82.10^{24}$.　　　　B. $Z = 6{,}023.10^{23}$.

C. $Z = 96{,}34.10^{23}$.　　　　D. $Z = 14{,}45.10^{24}$.

34.15. Đơn vị khối lượng nguyên tử u bằng

A. $\frac{1}{16}$ khối lượng nguyên tử ôxi.

B. khối lượng trung bình của nơtrôn và prôtôn.

C. $\frac{1}{12}$ khối lượng của đồng vị phổ biến của nguyên tử cacbon $^{12}_{6}C$.

D. khối lượng của nguyên tử hyđrô.

34.16. Biết khối lượng nguyên tử: $m_{He} = 4{,}003$; $m_O = 15{,}999$; $m_C = 12{,}001$
Tìm kết quả **sai** trong số các kết quả sau:

A. Trong 1g cacbonic có $0{,}55.10^{23}$ nguyên tử ôxi.

B. Trong 1g khí hêli có $1{,}5.10^{23}$ nguyên tử hêli.

C. Trong 1g khí ôxi có 188.10^{20} phân tử ôxi.

D. Trong 1g khí cacbonic có 137.10^{20} nguyên tử ôxi.

Chủ đề 35　　PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Bài toán về phương trình phản ứng hạt nhân, thực chất là bài toán áp dụng các định luật bảo toàn (bảo toàn điện tích và bảo toàn số khối) để xác định khối lượng, hoặc số hạt nhân đã phân rã, hoặc chưa phân rã tại một thời điểm nào đó, thông qua phương trình phản ứng hạt nhân. Để giải được các bài toán như vậy, sự cần thiết đầu tiên là hoàn thiện phương trình phản ứng hạt nhân, trên cơ sở các điều kiện của đề ra và các định luật bảo toàn. Các kiến thức cần để giải nhanh các bài toán này là:

+ Phương trình phản ứng hạt nhân tổng quát:

$$^{A1}_{Z1}X + ^{A2}_{Z2}Y \rightarrow ^{A3}_{Z3}C + ^{A4}_{Z4}D$$

+ Định luật bảo toàn điện tích: $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

+ Bảo toàn nuclôn (số A): $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$

+ Từ công thức số mol: $n = \dfrac{m}{M} = \dfrac{N}{N_A}$ ⇒ số hạt nhân $N = n.N_A$

+ Số hạt nhân phân rã trong thời gian $t_1 \rightarrow t_2$ là:

$$\Delta N = N_1 - N_2 = N_0(e^{-\lambda t1} - e^{-\lambda t2})$$

nếu $t_1 = 0 \rightarrow \Delta N = N_0(1 - e^{-\lambda t2})$.

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 35.1

Cho các phản ứng hạt nhân: $^{2}_{1}H + ^{23}_{11}Na \rightarrow X + ^{20}_{10}Ne$

$$^{37}_{17}Cl + X \rightarrow ^{1}_{0}n + ^{37}_{18}Ar$$

a. Viết đầy đủ các phản ứng đó. Cho biết nguyên tử số, số khối và tên gọi của hạt nhân X trong phản ứng.

b. Tìm năng lượng toả ra hay hấp thụ trong các phản ứng đó?

Cho: $m_P = 1,007276u$; $m_n = 1,00867u$; $m_\alpha = 4,001506u$; *m(Na) = 22,983734u; m(Ne = 19,98695u; m(Cl) = 36,956593u, m(Ar) = 36,956889 u.*

Bài giải:

Cho: Cho các phản ứng;

$m_P = 1,007276u$; $m_n = 1,00867u$; $m_\alpha = 4,001506u$;m(Na) = 22,983734u;

m(Ne) = 19,98695u; m(Cl) = 36,956593u; m(Ar) = 36,956889 u.

Xác định: a. Viết pt; b. $Q_{toả} = ?$; $Q_{ht} = ?$

Phân tích: Đây là bài toán cơ bản về phản ứng hạt nhân (xác định hạt nhân có trong phản ứng hạt nhân sinh ra phản ứng hoặc hạt nhân được tạo thành sau phản ứng) và tính năng lượng của phản ứng. Trường hợp phản ứng thu năng lượng thì điều đó có nghĩa là muốn cho phản ứng xảy ra phải cung cấp năng lượng cho các hạt nhân ban đầu bằng cách cung cấp động năng cho chúng chẳng hạn. Nếu không nhớ được tên gọi của hạt nhân tạo thành thì trả lời đó là hạt nhân có nguyên tử Z và số khối A. Cần nhớ được các hạt prôtôn cũng như nơtroon và hạt α. Đặc biệt chú ý đến phép tính bằng số (vì khối lượng hạt nhân có nhiều số thập phân), và khi tính năng lượng cần áp dụng với $\Delta M = 1$ u thì $\Delta E = 931$MeV. Nếu đề bài đòi hỏi tính năng lượng theo đơn vị J thì áp dụng $1eV = 1,6.10^{-19}$J, do đó $1 MeV = 1,6.10^{-13}$ J.

Giải

a. Kí hiệu hạt nhân X phải tìm là $^{A}_{Z}X$, áp dụng các định luật bảo toàn số nuclôn và bảo toàn điện tích trong phản ứng hạt nhân ta có:

Với phản ứng (1): $A_1 = 1 + 23 - 20 = 4$

$Z_1 = 1 + 11 - 10 = 2$

Vậy hạt nhân X là hạt nhân của nguyên tử heli: ^4_2He.

Với phản ứng (2): $A_2 = 1 + 37 - 37 = 1$

$Z_2 = 0 + 18 - 17 = 1$

Vậy hạt nhân X là hạt nhân của nguyên tử hidrrô ^1_1H. Như vậy dạng đầy đủ của 2 phản ứng đó là:

$$^1_1H + ^{23}_{11}Na \rightarrow ^4_2He + ^{20}_{10}Ne$$

$$^{37}_{17}Cl + ^1_1H \rightarrow ^1_0n + ^{37}_{18}Ar$$

b. Năng lượng toả ra hay hấp thụ trong phản ứng hạt nhân được xác định bởi công thức: $\Delta E = (M_0 - M).c^2$

Xét phản ứng (1):

$$M_0 - M = [m(H) + m(Na)] - [m(He) + m(Ne)] = 0{,}002554u > 0$$

Phản ứng (1) toả ra một năng lượng bằng:

$$\Delta E_1 = (M_0 - M).c^2 = 2{,}378\ MeV.$$

Xét phản ứng (2):

$$M_0 - M = [m(Cl) + m(H)] - [m(n) + m(Ar)] = -0{,}00172u < 0$$

Phản ứng (2) toả ra một năng lượng bằng:

$$\Delta E_2 = (M_0 - M).c^2 = 1{,}601\ MeV.$$

Đáp số: a. $^1_1H + ^{23}_{11}Na \rightarrow ^4_2He + ^{20}_{10}Ne$

$^{37}_{17}Cl + ^1_1H \rightarrow ^1_0n + ^{37}_{18}Ar$

b. $\Delta E_1 = 2{,}378\ MeV$; $\Delta E_2 = 1{,}601\ MeV$.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

35.2. Hạt nhân pôlôni ($^{210}_{84}Po$) phóng xạ α và biến thành hạt nhân chì (Pb).

a. Viết phương trình diễn tả quá trình phóng xạ và cấu tạo của hạt nhân chì.

b. Ban đầu mẫu pôlôni nguyên chất. Biết chu kì bán rã của pôlôni là 138,38 ngày. Lấy ln2 = 0,693; ln1,71 = 0,536. Để tỉ lệ giữa khối lượng chì và khối lượng pôlôni còn lại trong mẫu là n = 0,7, thì thời gian phân rã của mẫu pôlôni này là

Đáp số: a. $^{210}_{84}Po + ^4_2He \rightarrow ^{206}_{82}Pb$; (Z = 82; A – Z = 124).

b. t = 107 ngày

35.3. Trong một mẫu quặng urani người ta tìm thấy có lẫn chì ^{206}Pb cùng với ^{238}U. Biết rằng tỉ lệ tìm thấy chì ^{206}Pb và ^{238}U là: cứ 10 nguyên tử urani thì có 2 nguyên tử chì (cho chu kì bán rã $T = 4{,}5.10^9$ năm). Xác định tuổi của quặng đó là

Đáp số: $t = 1{,}8.10^9$năm

35.4. Hạt nhân triti ^3_1T và đơtri ^2_1D tham gia phản ứng nhiệt hạch sinh ra hạt X và một hạt nơtrôn. Xác định phương trình phản ứng nhiệt hạch.

Đáp số: $^3_1T + ^2_1D \rightarrow ^4_2He + ^1_0n$;

35.5. Radon ($^{222}_{86}Rn$) là chất phóng xạ với chu kì bán rã t = 3,8 ngày đêm (mỗi ngày đêm bằng 24h). Tại thời điểm ban đầu có 2,00 gam Rn nguyên chất. Xác định:

a. Số nguyên tử $^{222}_{86}Rn$ ở thời điểm ban đầu

b. Số nguyên tử Rn còn lại sau thời gian t = 1,5T.

c. Độ phóng xạ của lượng $^{222}_{86}Rn$ nói trên sau thời gian: t = 1,5T (theo cả hai đơn vị Bq và Ci).

Đáp số: a. $N_0 = 5,42.10^{21}$ hạt; b. $N(t) \approx 1,91.10^{21}$ hạt.
c. $H = 4,05.10^{15}$ (Bq) = $1,10.10^5$C.

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

35.6. Khối lượng số A và nguyên tử số Z trong phản ứng hạt nhân X(n,γ)Y thay đổi như thế nào?

A. A → A, Z → Z + 1. B. A → A − 1, Z → Z + 1.
C. A → A+1, Z → Z. D. A → A , Z → Z − 1.

35.7. Người ta dùng chùm hạt α bắn phá lên hạt nhân ^9_4Be. Do kết quả của phản ứng hạt nhân đã xuất hiện hạt nơtrôn tự do. Sản phẩm thứ hai của phản ứng này là gì?

A. Đồng vị cacbon $^{13}_6C$. B. Đồng vị bo $^{13}_5B$.
C. Cacbon $^{12}_6C$. D. Đồng vị berili ^8_4Be.

35.8. Điền vào cho đầy đủ phản ứng hạt nhân sau: $^4_2He + ^9_4Be \rightarrow ^{12}_6C + ?$

A. $^0_{-1}e$ B. ^1_0n C. ^4_2He D. ^1_1H

35.9. Khi 1g vật chất biến đổi hoàn toàn thành năng lượng, nguồn năng lượng tương đương sinh ra là:

A. $W = 3.10^5$J B. $W = 9.10^{16}$J C. $W = 9.10^{15}$J D. $W = 9.10^{13}$J.

35.10. Côban ^{60}Co thường được xem là nguồn phóng xạ trong y học. Nếu chu kì bán rã của nó là 5,25 năm, thì trong bao lâu một phóng xạ côban bị phân rã chỉ còn bằng 1/8 lúc ban đầu ?

A. t = 10,5 năm B. t = 2,125 năm C. t = 15,75 năm D. t = 21 năm.

35.11. Trong phương trình phản ứng: $^{10}_5B + ^1_0n \rightarrow ^A_ZX + ^4_2He$, ở đây ^A_ZX là hạt nhân nào trong các hạt nhân sau ?

A. ^7_3Li. C. ^9_4Be. B. ^6_3Li. D. ^8_4Be.

35.12. Phương trình phản ứng hạt nhân nào dưới đây là không đúng?

A $^{1}_{1}H + ^{7}_{3}Li \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{4}_{2}He$

B. $^{238}_{94}Pu + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{144}_{54}Xe + ^{97}_{40}Zr + 2\,^{1}_{0}n$.

C. $^{11}_{5}B + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{8}_{4}Be + ^{4}_{2}He$.

D. $^{4}_{2}He + ^{27}_{13}Al \rightarrow ^{30}_{15}P + ^{1}_{0}n$.

35.13. Hạt nhân triti $^{3}_{1}T$ và đơtri $^{2}_{1}D$ tham gia phản ứng nhiệt hạch sinh ra hạt nhân X và một nơtrôn. Cho biết khối lượng các hạt: $m_{\alpha} = 4{,}0015$ u, $m_{P} = 1{,}0073$ u, $m_{N} = 1{,}0087$ u. Năng lượng liên kết riêng của hạt α là

A. $\varepsilon_{\alpha} = 7{,}0988 MeV$.
B. $\varepsilon_{\alpha} = 70{,}988 MeV$.

C. $\varepsilon_{\alpha} = 7{,}0988 eV$.
D. $\varepsilon_{\alpha} = 70{,}988 eV$.

35.14. 1. Hạt nhân triti $^{3}_{1}T$ và đơtri $^{2}_{1}D$ tham gia phản ứng nhiệt hạch sinh ra hạt nhân X và một hạt nơtrôn. Cho biết độ hụt khối của các hạt nhân là: $\Delta m_{T} = 0{,}0087$ u, $\Delta m_{D} = 0{,}0024$ u, $\Delta m_{X} = 0{,}0305$ u cho $1u = 931\,\dfrac{\mathbf{MeV}}{\mathbf{C^2}}$.

Năng lượng toả ra từ phản ứng là

A. $\Delta E = 18{,}0614$ MeV.
B. $\Delta E = 1{,}80614$ MeV.

C. $\Delta E = 1{,}80614$ MeV.
D. $\Delta E = 18{,}0614$ MeV.

35.15. Iốt phóng xạ $^{131}_{53}I$ dùng trong y tế có chu kì bán rã T = 8 ngày. Lúc đầu có $m_0 = 200g$ chất này. Hỏi sau t = 24 ngày còn lại bao nhiêu gam?

A. $m_1 = 25g$.
B. $m_1 = 50g$.

C. $m_1 = 20g$.
D. $m_1 = 30g$.

35.16. Tìm độ phóng xạ của $m_0 = 200g$ chất phóng xạ $^{131}_{53}I$. Biết rằng sau 16 ngày lượng chất đó chỉ còn lại một phần tư ban đầu.

A. $H_0 = 9{,}22.10^{16}Bq$.
B. $H_0 = 2{,}3.10^{17}Bq$.

C. $H_0 = 3{,}2.10^{18}Bq$.
D. $H_0 = 4{,}12.10^{19}Bq$.

35.17. Tìm số nguyên tử N_0 có trong $m_0 = 200g$ chất Iôt phóng xạ $^{131}_{53}I$

A. $N_0 = 9{,}19.10^{21}$.
B. $N_0 = 9{,}19.10^{21}$.

C. $N_0 = 9{,}19.10^{23}$.
D. $N_0 = 9{,}19.10^{24}$.

35.18. Chất phóng xạ pôlôni (Po) có chu kì bán rã T = 138 ngày. Một lượng $^{84}_{210}Po$ ban đầu m_0, sau 276 ngày chỉ còn lại 12mg. Lượng Po ban đầu là

A. $m_0 = 36$ mg.
B. $m_0 = 24$ mg.

C. $m_0 = 60$ mg.
D. $m_0 = 48$ mg.

35.19. Biết chu kì bán rã của Po là T = 138 ngày, có độ phóng xạ 2Ci. Khối lượng của Po là

A. m = 0,115 mg.
B. m = 0,422 mg
C. m = 276 mg.
D. m = 383 mg.

35.20. Xác định hạt nhân X trong phản ứng sau: ${}^{19}_{9}F + p \rightarrow {}^{16}_{8}O + X$

A. X là ${}^{7}_{3}Li$.
B. X là ${}^{4}_{2}He$.
C. X là ${}^{9}_{4}Be$.
D. X là ${}^{1}_{1}H$.

Chủ đề 36 NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT CỦA HẠT NHÂN

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Bài toán về năng lượng hạt nhân là bài toán dựa trên cơ sở phương trình phản ứng hạt nhân, các định luật bảo toàn cùng với các biểu thức về năng lượng liên kết, liên kết riêng để xác định năng lượng của một phản ứng (có thể toả ra hoặc thu vào sau phản ứng). Để giải các bài toán loại này ta có thể dùng các cách sau:

1. Dựa vào các định luật bảo toàn điện tích và bảo toàn số khối:

$$^{A1}_{Z1}X + {}^{A2}_{Z2}Y \rightarrow {}^{A3}_{Z3}C + {}^{A4}_{Z4}D$$

+ Bảo toàn điện tích:

$$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$$

+ Bảo toàn nuclôn (số A):

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$$

2. Dựa vào các biểu thức tính năng lượng liên kết hạt nhân, năng lượng liên kết riêng, và các biểu thức về năng lượng toả ra và năng lượng thu vào trong các phản ứng hạt nhân. Chú ý rằng, trong các biểu thức đó m_A, m_B, m_C là khối lượng hạt nhân nhưng trong tính toán nếu dùng khối lượng nguyên tử cho tất cả vẫn đúng.

+ Năng lượng liên kết:

$$\Delta E = [Zm_p + (A - Z)m_n - m_{hn}]c^2$$

$$\Delta E = [Zm_H + (A - Z)m_n - m_{ngt}]c^2$$

+ Năng lượng liên kết riêng: $\Delta E_r = \Delta E/A$

+ Năng lượng toả ra trong phản ứng hạt nhân:

$^{A1}_{Z1}X + {}^{A2}_{Z2}Y \rightarrow {}^{A3}_{Z3}C + {}^{A4}_{Z4}D$ với $\Delta E = (m_X + m_Y - (m_C + m_D)c^2$

Hay $\Delta E = (\Delta m_C + \Delta m_D - (\Delta m_X + \Delta m_Y)c^2$

Nếu $(m_X + m_Y) > (m_C + m_D) \Rightarrow$ toả năng lượng

Nếu $(m_X + m_Y) < (m_C + m_D) \Rightarrow$ thu năng lượng ($\Delta E < 0$).

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 36.1

Tính năng lượng hạt nhân toả ra trong phản ứng kết hợp các hạt nhân nguyên tử đơtêri H_1^2 *(hiđrô nặng) và triti* H_1^3 *để tạo thành một gam He? Biết khối lượng hạt nhân của đơtêri là* $m_{H_1^2} = 2{,}01474\ u$*; khối lượng hạt nhân của triti là* $m_{H_1^3} = 3{,}01700u$*; khối lượng hạt nhân của heli là* $m_{He} = 4{,}00387u$*; khối lượng nơtron là* $m_n = 1{,}00899\ u$

Bài giải:

Cho: $m_{H_1^2} = 2{,}01474u$

$m_{H_1^3} = 3{,}01700\ u$

$m_{He} = 4{,}00387\ u$

$m_n = 1{,}00899\ u$

Xác định: $\Delta W = ?$

Phân tích:

Phản ứng kết hợp hay tổng hợp các hạt nhân đơtêri và triti được biểu diễn bởi phương trình:

$$H_1^2 + H_1^3 = He_2^4 + n_0^1$$

(trong đó n_0^1 là kí hiệu của hạt nơtron)

Vì năng lượng của hạt nhân toả ra trong phản ứng hạt nhân tỉ lệ với độ hụt khối lượng trong phản ứng đó nghĩa là: $\Delta W = \Delta m.c^2$ (với c là vận tốc của ánh sáng). Độ hụt khối lượng sẽ tính bởi công thức:

$$\Delta m = (m_{H_1^3} + m_{H_1^2}) - (m_{He} + m_n)$$

Như vậy dựa vào những biểu thức trên ta có thể xác định được năng lượng hạt nhân toả ra trong phản ứng kết hợp các hạt nhân đơtêri và triti để tạo thành 1 gam nguyên tử He.

Giải

Thay các giá trị: $m_{H_1^2} = 2{,}01474\ u$; $m_{H_1^3} = 3{,}01700\ u$

$m_{He} = 4{,}00387\ u$ và $m_n = 1{,}00899u$ vào công thức:

$$\Delta W_0 = \Delta m.c^2 \approx 28{,}2.10^{-11}J = 17{,}6\ MeV.$$

Nếu gọi N_0 là số Avôgađrô, A là trọng lượng nguyên tử. Từ đó suy ra năng lượng toả ra khi tạo thành 1 gam He sẽ bằng:

$$\Delta W = \frac{N_0}{A}.\Delta W_0 = 26{,}5.10^{23}\ MeV = 424.10^9J.$$

Đáp số: $\Delta W = 424.10^9J.$

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

36.2. Một kg thép đang để yên trên mặt đất, hãy xác định:

a. Năng lượng nghỉ của khối thép.

b. Biết nhiệt dung riêng của thép là 460J/kg độ. Nếu nung nóng kg thép thêm 1000^0C thì độ tăng tương đối của năng lượng là bao nhiêu ?

c. Nếu khối thép có vận tốc v = 100 km/s thì độ tăng tương đối của năng lượng toàn phần là bao nhiêu ?

Đáp số: a. $E_0 = m.c^2 = 9.10^{16}J$;

b. $\dfrac{\Delta E}{E_0} = 5.10^{-12}$; c. $\dfrac{W}{E_0} = 5,5.10^{-6}$

36.3. Bom nhiệt hạch (bom khinh khí) dùng phản ứng:

$D + T \to He + n$ (cho: $m_D = 2,0136$ u; $m_T = 3,016$ u; $m_{He} = 4,0015u$)

a. Viết phương trình mô tả phản ứng.

b. Tính năng lượng toả ra nếu có 1 kmol He được tạo thành do vụ nổ.

c. Năng lượng trên tương đương với bao nhiêu lượng thuốc nổ TNT khi cháy hết hoàn toàn (biết năng suất toả nhiệt của TNT là 4,1 KJ/kg).

Đáp số: a. ${}^2_1H + {}^3_1H \to {}^4_2He + {}^1_0n$;

b. $\Delta E' = 1,74.10^{12}KJ$; c. $m_{TNT} = 42,44.10^{10}kg$;

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

36.4. Tỉ số bán kính của hai hạt nhân 1 và 2 bằng $r_1/r_2 = 2$. Tỉ số năng lượng liên kết trong hai hạt nhân đó xấp xỉ bằng bao nhiêu?

A. $\varepsilon_1/\varepsilon_2 = 8$ lần. C. $\varepsilon_1/\varepsilon_2 = 4$ lần. B. $\varepsilon_1/\varepsilon_2 = 6$ lần. D. $\varepsilon_1/\varepsilon_2 = 2$ lần.

36.5. Xét phản ứng kết hợp: $D + D \to T + p$. Biết các khối lượng hạt nhân đơtêri $m_D = 2,0136u$, triti $m_T = 3,016u$ và prôtôn $m_P = 1,0073u$.
Năng lượng mà một phản ứng toả ra là

A. $\Delta E = 3,6$ MeV. B. $\Delta E = 7,3$ MeV.

C. $\Delta E = 1,8$ MeV. D. $\Delta E = 2,6$ MeV.

36.6. Biết các khối lượng $m_D = 2,0136u$, $m_n = 1,0087u$ và prôtôn $m_P = 1,0073u$:
Năng lượng liên kết của hạt nhân đơtêri $D = {}^2_1H$ là

A. $\Delta E = 3,2$ MeV. C. $\Delta E = 1,8$ MeV.

B. $\Delta E = 2,2$ MeV. D. $\Delta E = 4,1$ MeV.

36.7. Chất phóng xạ Co^{60}_{27} có chu kì bán rã T = 5,33 năm và khối lượng nguyên tử là 56,9 u. Ban đầu có 500g chất Co^{60}. Khối lượng chất phóng xạ còn lại sau 16 năm là

A. $m_{16} = 75,4g$. C. $m_{16} = 62,5g$.

B. $m_{16} = 58,6g$. D. $m_{16} = 69,1g$.

36.8. Chất phóng xạ Co_{27}^{60} có chu kì bán rã T = 5,33 năm và khối lượng nguyên tử là 56,9u. Ban đầu có 500g chất Co^{60}. Sau bao nhiêu năm thì khối lượng chất phóng xạ còn lại 100g ? Chọn đáp án đúng

A. t = 12,38 năm. C. t = 10,5 năm.

B. t = 8,75 năm. D. t = 15,24 năm.

36.9. Chất phóng xạ Co_{27}^{60} có chu kì bán rã T = 5,33 năm và khối lượng nguyên tử là 56,9u. Ban đầu có 500g chất Co^{60}. Độ phóng xạ của lượng chất phóng xạ nói trên sau 10 năm theo đơn vị Curi (Ci) là

A. H_t = 73600 Ci. B. H_t = 6250 Ci.

C. $H_t = 18.10^4$Ci. D. $H_t = 152.10^3$Ci.

36.10. Hạt α có động năng K_α = 3,51 MeV đập vào hạt nhân nhôm đứng yên gây phản ứng: $\alpha + Al_{13}^{27} \rightarrow P_{15}^{30} + X$. Hạt X sinh ra sau phản ứng là

A. $X = n_0^1$. B. $X = He_2^4$. C. $X = e_{-1}^0$. D. $X = e_1^0$.

36.11. Hạt α có động năng K_α = 3,51 MeV đập vào hạt nhân nhôm đứng yên gây phản ứng: $\alpha + Al_{13}^{27} \rightarrow P_{15}^{30} + x$. Cho biết khối lượng một số hạt nhân tính theo u là: $m_{Al} = 26,974u, m_n = 1,0087u$, $m_\alpha = 4,0015u$ và $m_P = 29,9701u$ ($1u = 931MeV/c^2$). Phản ứng toả hay thu bao nhiêu năng lượng?

A. Toả ra 1,75 MeV. B. Thu vào 3,50 MeV.

C. Thu vào 2,61 MeV. D. Toả ra 4,12 MeV.

36.12. Vận tốc lớn nhất mà tàu Apôlô đã đạt được là 39890 km/h (> 0,1c) Theo thuyết tương đối của Anhxtanh thì người trên Trái Đất thấy một ngày đêm của các phi công vũ trụ dài bao nhiêu theo đồng hồ của Trái Đất. Chọn đáp án **đúng**:

A. T = 86.400s – 737s; B. $T = 86.400s + 58,8.10^{-6}s$

C. $T = 86.400s + 737.10^{-6}s$ D. $T = 86.400s - 58,8.10^{-6}s$

36.13. Một nhà máy điện nguyên tử có công suất P = 600MW và hiệu suất 20%, dùng nhiên liệu là urani đã làm giàu chứa 25% U_{235}. Biết năng lượng trung bình toả ra khi phân hạch một hạt nhân là E_0 = 200MeV. Khối lượng nhiên liệu hạt nhân cần cung cấp để nhà máy làm việc trong một năm (365 ngày) là

A. m = 4615 kg; B. m = 192,3 kg

C. m = 1153,7 kg D. m = 456,1 kg

36.14. Dùng một phôtôn có động năng W_p = 5,58 MeV bắn phá hạt nhân $^{23}_{11}Na$ đứng yên sinh ra hạt α và hạt X. Phản ứng không bức xạ γ.

a. Nếu động năng hạt α là W_α = 6,6 MeV thì động năng hạt nhân X là

A. W_X = 2,56 MeV; B. W_X = 25,6 MeV.

C. $W_X = 5{,}56$ MeV; D. $W_X = 55{,}6$ MeV.

b. Cho: $m_P = 1{,}0073u$; $m_{Na} = 22{,}98503u$; $m_X = 19{,}9869u$; $m_\alpha = 4{,}0015u$; $1u = 931MeV/c^2$. Góc tạo bởi phương chuyển động của hạt α và hạt prôtôn là

A. $\beta = 150^0$; B. $\beta = 75^0$. C. $\beta = 15^0$. D. $\beta = 45^0$.

36.15. Cho prôtôn có động năng $K_P = 1{,}46$MeV bắn vào hạt nhân Li đứng yên. Hai hạt nhân X sinh ra giống nhau và có cùng động năng.

a. Viết phương trình phản ứng, đó là hạt nhân của nguyên tử nào, còn được gọi là hạt gì? Chọn phương án trả lời **đúng**

A. $^1_1H + {}^{23}_{11}Li \rightarrow {}^4_2He + {}^4_2He$, hạt nhân của He gọi là hạt α

B. $^1_1H + {}^{23}_{11}Li \rightarrow 2\,{}^1_1H + 2\,{}^1_1H$, hạt nhân của hydrô gọi là hạt photon

C. $^1_1H + {}^{23}_{11}Li \rightarrow 2\,{}^2_1H + 2\,{}^2_1H$, hạt nhân của hydrô gọi là hạt β

D. $^1_1H + {}^{23}_{11}Li \rightarrow {}^4_2T + {}^4_2T$, hạt nhân của hydrô gọi là hạt γ

b. Năng lượng toả ra của phản ứng bằng bao nhiêu và có phụ thuộc vào K_P hay không? Chọn phương án trả lời **đúng**

A. $\Delta E = 1{,}72$MeV không phụ thuộc vào K_p.

B. $\Delta E = 17{,}22$MeV không phụ thuộc vào K_p.

C. $\Delta E = 17{,}22$MeV phụ thuộc vào K_p.

D. $\Delta E = 1{,}72$MeV phụ thuộc vào K_p.

c. Giả sử phản ứng hạt nhân trên tiếp diễn một thời gian và lượng khí được tạo thành $10cm^3$ ở đ.k.t.c. Tính năng lượng đã toả ra hay thu vào. Cho biết: $m_{Li} = 7{,}0142u$; $m_X = 4{,}0015u$; $m_P = 1{,}0073u$. $1u = 931MeV/c^2$; $e = 1{,}6.10^{-19}C$. Chọn phương án trả lời **đúng**:

A. $E = 3{,}7.10^5$kJ. B. $E = 37.10^5$kJ.

C. $E = 0{,}37.10^5$kJ. D. $E = 0{,}37.10^5$J.

36.16. Hạt α có động năng $K_\alpha = 3{,}51$ MeV đập vào hạt nhân nhôm đứng yên gây phản ứng: $\alpha + Al^{27}_{13} \rightarrow P^{30}_{15} + x$. Biết rằng phản ứng thu vào năng lượng $4{,}176.10^{-13}$J. Có thể lấy gần đúng khối lượng các hạt sinh ra theo số khối $m_P = 30u$ và $m_x = 1u$. Giả sử hai hạt sinh ra có cùng động năng. Vận tốc của hạt nhân phốtpho (v_P) và của hạt x (v_x) là

A. $v_P = 8{,}4.10^6$m/s; $v_n = 16{,}7.10^6$m/s.

B. $v_P = 2{,}85.10^6$m/s; $v_n = 5{,}2.10^6$m/s.

C. $v_P = 12{,}4.10^6$m/s; $v_n = 7{,}5.10^6$m/s.

D. $v_P = 1{,}7.10^6$m/s; $v_n = 9{,}3.10^6$m/s.

Chủ đề 37 HIỆN TƯỢNG PHÓNG XẠ

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN

Phóng xạ là hiện tượng biến đổi hạt nhân, tự phát, ngẫu nhiên. Số hạt nhân phân rã của nguồn giảm theo hàm số mũ:

$N_t = N_0e^{-\lambda t} = N_02^{t/T}$ (trong đó λ là hằng số phóng xạ).

Hoạt độ phóng xạ có giá trị bằng số hạt nhân phân rã trong 1s:

$H = \lambda N = H_0e^{-\lambda t} = H_02^{-t/T}$ (với $H_0 = N_0\lambda$)

Bài toán về độ phóng xạ thực chất là bài toán áp dụng công thức trên, cùng với một số công thức liên quan, để xác định các đại lượng trong công thức như: số hạt N tại một thời điểm t, hoạt độ phóng xạ H và chu kì bán rã T... Muốn giải các bài toán loại này, ngoài việc cần nắm vững các công thức của định luật phóng xạ, còn cần nắm thêm:

+ Khi có cân bằng phóng xạ: $H_1 = H_2 \rightarrow \lambda_1N_1 = \lambda_2N_2$.

+ Chu kì bán rã: $\lambda T_{1/2} = \ln 2 = 0,693$ (sau một chu kì bán rã T số hạt nhân phóng xạ còn lại 1/2 số ban đầu N_0) $\Rightarrow T = 0,693/\lambda$

Các dạng phóng xạ chính (quy luật dịch chuyển phóng xạ):

+ Phóng xạ α (hạt nhân con lùi hai ô trong bảng tuần hoàn so với hạt nhân mẹ): ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$

+ Phóng xạ β^- (hạt nhân con tiến 1 ô so với hạt nhân mẹ):

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{v}$$

+ Phóng xạ β^+ (hạt nhân con lùi 1 ô so với hạt nhân mẹ):

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{1}e^{+} + {}^{0}_{0}v$$

+ Phóng xạ γ: Sự phát tia γ thường xảy ra sau phản ứng hạt nhân tự phát hoặc kích thích: ${}^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$

B. BÀI TẬP MẪU

Thí dụ 37.1

Chất rađi phóng xạ ${}^{226}_{88}Ra$ *có khối lượng hạt nhân là:* $M = 225,977$ *u và có chu kì bán rã là* $T = 600$ *năm.*

1. *Hãy cho biết thành phần cấu tạo của hạt nhân rađi. Tính năng lượng liên kết của hạt nhân rađi.*
2. *Trong 0,265 g rađi có bao nhiêu nguyên tử bị phân rã sau 300 năm?*
3. *Hỏi sau bao lâu thì có 224mg rađi đã bị phân rã phóng xạ?*
4. *Vào đầu năm 1948 một phòng thí nghiệm nhận được một mẫu chất phóng xạ rađi với độ phóng xạ là* $H_o = 1,8.10^5$ *Bq*

a) Tính khối lượng radi chứa trong mẫu đó?

b) Tìm độ phóng xạ của mẫu vào năm 1998?

c) Vào thời gian nào độ phóng xạ của mẫu bằng $H = 1.65.\ 10^5 Bq$?

Cho biết: $m_p = 1,007276u$ và $m_n = 1,008665\ u$

Bài giải:

Cho: $M = 225.977$ u; $T = 600$ năm; $H = 1.65.\ 10^5$Bq

$\underline{H_0 = 1,8.10^5 \text{Bq};\ m_p = 1,007276\text{u và } m_n = 1,008665\ \text{u}}$

Xác định: n_{nt} ? $t = ?$; $m_0 =?$; $H_{1998} = ?$; $t_H = ?$

Phân tích:

1. Đây là bài toán cơ bản về cấu tạo hạt nhân và hiện tượng phóng xạ. Ngoài các công thức đã nêu ở phần tóm tắt, ta cần chú ý như sau:
   Giữa số nguyên tử (số hạt nhân) N và khối lượng m của một lượng chất phóng xạ có hệ thức: $N = \dfrac{m.N_A}{A}$, nếu biết m $\Rightarrow$ N và ngược lại.
2. Số hạt nhân (nguyên tử bị phân rã được tính theo công thức :
   $$\Delta m = m - m_0 = m_0(1 - e^{-\lambda t}) = m_0(1 - \frac{1}{2^{t/T}})$$
   $$\text{hay: } \Delta N = N - N_0 = N_0(1 - e^{-\lambda t}) = N_0(1 - \frac{1}{2^{t/T}})$$
   đó cũng là số hạt nhân được tạo thành do phóng xạ. Chẳng hạn, chất phóng xạ polôni (Po) phóng ra tia α và biến thành chì Pb khi đó ΔN là số hạt α (hạt nhân heli) được phóng ra và cũng là số hạt nhân chì được tạo thành.
3. Tuỳ theo dữ kiện về thời gian t cho trong đề để giải bài toán hoặc tính đại lượng $2^{t/T}$ (nếu t là bội số nguyên của T) hoặc phải tính đại lượng $e^{-\lambda t}$ (nếu t có giá trị tuỳ ý). Nói chung việc tính bằng số đại lượng $e^{\lambda t}$ phức tạp hơn (trong thí dụ trên đã sử dụng cả hai cách tính đó). Với những chất có chu kì bán rã rất lớn (thí dụ U^{238} có $T = 4,9.10^9$) thì khi đó đại lượng λt có thể rất nhỏ và ta sử dụng công thức gần đúng: $e^{-\lambda t} = 1 - \lambda t$, và phép tính được thuận lợi.
4. Biết số nguyên tử hay khối lượng của một lượng phóng xạ ta tính được hoạt độ phóng xạ và ngược lại. Biết hoạt độ phóng xạ của mẫu phóng xạ ở các thời điểm khác nhau ta tính được thời gian mà nó đã tồn tại (tuổi của mẫu phóng xạ đó)

Giải

1. Hạt nhân rađi có $Z = 88$ prôtôn và có: $N = A - Z = 138$ nơtrôn.

Độ hụt khối của hạt nhân rađi:

$$\Delta M = Zm_p + (A - Z)m_n - M = 1,8591 \text{ u}.$$

Năng lượng liên kết của nhân rađi là:

$$\Delta E = \Delta M.C^2 = 1,8591.931 \text{ MeV} = 1731 \text{ MeV}.$$

2. Ta có: $\dfrac{t}{T} = \dfrac{300}{600} = \dfrac{1}{2}$. Lượng chất rađi còn lại sau 300 năm là:

$$m = \frac{m_0}{2^{t/T}} = \frac{m_0}{2^{\frac{1}{2}}} = \frac{m_0}{\sqrt{2}}$$

Lượng chất rađi bị phân rã phóng xạ:

$$\Delta m = m - m_0 = m_0\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$$

Số nguyên tử rađi bị phân rã:

$$\Delta N = \frac{\Delta m.N_A}{A} = m_0\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right).\frac{6,02.10^{23}}{226}$$

$$\rightarrow \Delta N = 1,698.10^{20} \text{ nguyên tử}$$

3. Lượng chất phóng xạ rađi còn lại chưa bị phân rã phóng xạ trong thời gian t đó là: $m = m_0 - \Delta m = 0,032\text{g}$.

Ta nhận thấy: $\dfrac{m_0}{m} = 8 = 2^3 = 2^{t/T} \Rightarrow t = 3T = 1800$ năm.

4. a. Ta biết $H_0 = \lambda N_0$ với $N_0 = \dfrac{mN_A}{A} \Rightarrow \dfrac{H_0.A}{\lambda N_A} = \dfrac{H_0.A.T}{0,693N_A}$ (g)

Thay số vào ta được: $m = 1,85.10^{-6}$g.

b. Vào đầu năm 1998 tức là sau 50 năm kể từ ngày mua, độ phóng xạ của mẫu được tính theo công thức: $H = H_0e^{-\lambda t}$

với $\lambda = \dfrac{0,693}{T} = \dfrac{0,693}{600}$; $t = 50$ năm $\Rightarrow H = 1,698.10^5$Bq.

c. Ta lại có: $H_0 = 1,8.10^5$ Bq; $H = 1,65.10^5$Bq

Từ đó: $\dfrac{H_0}{H} = e^{-\lambda t} = 1,091 \rightarrow t = 75$ năm.

Vậy sau 75 năm độ phóng xạ của mẫu còn bằng $1,65.10^5$Bq, tức là vào năm: 1948 + 75 = 2023.

Đáp số: $\Delta E = 1731$ MeV; $\Delta N = 1,698.10^{20}$ nguyên tử;
$t = 1800$ năm; $m = 1,85.10^{-6}$g; $t = 75$ năm.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

37.2. Biết chu kì bán rã của $^{226}_{83}Ra$ là 1622 năm. Xác định độ phóng xạ của một gam $^{226}_{83}Ra$.

Đáp số: $H = 0,976$ Ci

37.3. Khối lượng ban đầu của đồng vị phóng xạ nari (Na) là 0,248mg. Chu kì bán rã của chất này là T = 62s.

a. Độ phóng xạ ban đầu của natri phóng xạ.

b. Độ phóng xạ của natri sau đó 10phút.

Đáp số: a. $H_0 = 1,8.10^{8}$Ci.

b. $H = 1,8.10^{5}$Ci.

37.4. Muối phóng xạ ClNa, trong đó thay cho đồng vị thông thường không phóng xạ là đồng vị phóng xạ Na_{24} có chu kì bán rã T = 15h. Có một lượng 10g muối ClNa chứa 10^{-6} tỉ lệ muối phóng xạ. Cho biết Cl = 35,5:

a. Xác định độ phóng xạ ban đầu H_0

b. Độ phóng xạ H sau 35h của lượng muối đó.

Đáp số: a. $H_0 = 132.10^{10}$Bq.

b. $H = 26,1.10^{10}$Bq;

D. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

37.5. Các tia α, β, γ có cùng năng lượng. Cách xếp đúng thứ tự các tia này theo độ đâm xuyên tăng dần khi 3 tia này xuyên qua không khí là

A. β, α, γ
B. γ, β, α
C. α, γ, β
D. α, β, γ

37.6. Câu nào sau đây **đúng** khi nói về tia β

A. Tia β lệch về phía bản cực tích điện dương của một tụ điện

B. Tia β có bản chất như tia X

C. Tia β có độ dài sóng khoảng từ 10^{-3} Å đến 10^{-2} Å

D. Tia có vận tốc bằng vận tốc của ánh sáng

37.7. Khi phát ra tia β tức là phát ra chùm điện tử, hạt nhân phóng xạ phải

A. có số khối lượng không đổi

B. số hiệu nguyên tử giảm 1

C. mất một nơtrôn

D. hai câu A và C đúng

37.8. Sản phẩm phóng xạ β của đồng vị helium ($^{4}_{2}He$) là

A. $^{1}_{1}H$
B. $^{5}_{2}Ho$
C. $^{7}_{2}H$
D. $^{6}_{3}Li$

37.9. Sản phẩm phóng xạ γ của đồng vị aluminium ($^{27}_{13}Al$) là

A. $^{27}_{13}Mg$ B. $^{26}_{13}Al$ C. $^{27}_{13}Al$ D. $^{27}_{14}Si$

37.10. Khi đồng vị bit-mút $^{213}_{83}Bi$ phân rã thành đồng vị polonium $^{213}_{84}Po$ thì nó phát ra

A. một hạt α B. một hạt electrôn

C. một pôzitrôn D. một tia gamma

37.11. Sau 10 năm, một mẫu phóng xạ đồng vị 100g phân rã hết 75g. Chu kì bán rã của đồng vị đó là:

A. T = 5 năm B. T = 7,5 năm

C. T = 20 năm D. T = 40 năm

37.12. Sản phẩm nào sẽ nhận được sau đây khi đồng vị $^{266}_{88}Y$ phân rã ba hạt α và một hạt β .

A. $^{214}_{82}X$ B. $^{218}_{80}X$ C. $^{214}_{82}X$ D. $^{213}_{83}X$

37.13. Đồng vị phóng xạ $^{27}_{14}Si$ chuyển thành $^{27}_{13}Al$ đồng thời phóng ra một

A. hạt α. C. hạt pôzitrôn (β^-).

B. hạt pôzitrôn (β^+). D. hạt prôtôn.

37.14. Do phóng xạ, hạt nhân nguyên tử $^{A}_{Z}X$ biến đổi thành hạt nhân nguyên tử $^{A}_{Z-1}Y$, trong đó hạt nhân $^{A}_{Z}X$ đã bị phân rã ra một hạt

A. α. B. β^- C. β^+. D. γ.

37.15. Một hạt nhân $^{A}_{Z}X$ sau khi bị phóng xạ đã biến đổi thành hạt nhân $^{A}_{Z+1}Y$. Đó là phóng xạ

A. phát γ . B. phát β^+. C. phát α. D. phát β^-.

37.16. Tia β^- là

A. các nguyên tử hêli bị iôn hoá.

B. các hạt nhân nguyên tử hiđrô

C. các êlectron

D. sóng điện từ có bước sóng ngắn.

37.17. Chu kì bán rã của một đồng vị phóng xạ bằng T. Tại thời điểm ban đầu mẫu chứa N_0 hạt nhân. Sau khoảng thời gian 3T, trong mẫu

A. còn lại 25% số hạt nhân N_0.

B. đã bị phân rã 25% số hạt nhân N_0.

C. còn lại 12,5% số hạt nhân N_0.

D. đã bị phân rã 12,5% số hạt nhân N_0.

37.18. Thời gian bán rã của ${}^{90}_{38}Sr$ là T = 20 năm. Sau 80 năm, số phần trăm hạt nhân còn lại chưa phân rã là

A. gần 25%.　　B. gần 12,5%.　　C. gần 6,25%.　　D. gần 50%.

37.19. Trong khoảng thời gian 4h, 75% số hạt nhân ban đầu của một đồng vị phóng xạ đã bị phân rã. Thời gian bán rã của đồng vị đó là

A. t = 1h.　　B. t = 3h.　　C. t = 2h.　　D. t = 4h.

37.20. Trong nguồn phóng xạ ${}^{32}_{15}P$ có 10^8 nguyên tử với chu kì bán rã T = 14 ngày. Bốn tuần lễ trước đó, số nguyên tử ${}^{32}_{15}P$ trong nguồn đó bằng

A. $N_0 = 10^{12}$ nguyên tử.　　C. $N_0 = 4.10^8$ nguyên tử.

B. $N_0 = 2.10^8$ nguyên tử.　　D. $N_0 = 16.10^8$ nguyên tử.

37.21. Tại thời điểm ban đầu có 1,2g ${}^{222}_{86}Rn$. Radon là chất phóng xạ có chu kì bán rã T = 3,6 ngày. Sau khoảng thời gian t = 1,4T số nguyên tử ${}^{222}_{86}Rn$ còn lại là

A. $N = 1,874.10^{18}$.　　C. $N = 2,056.10^{20}$.

B. $N = 2,165.10^{19}$.　　D. $N = 2,465.10^{20}$.

37.22. Tại thời điểm ban đầu ta có 1,2g ${}^{222}_{86}Rn$. Radon là chất phóng xạ có chu kì bán rã T = 3,6 ngày. Độ phóng xạ ban đầu của 1,2g ${}^{222}_{86}Rn$ bằng

A. $H_0 = 1,243.10^{12}$Bq.　　B. $H_0 = 7,241.10^{15}$Bq.

C. $H_0 = 2,1343.10^{16}$Bq.　　D. $H_0 = 8,352.10^{19}$Bq.

37.23. ${}^{238}U$ phân rã thành ${}^{206}Pb$ với chu kì bán rã $T = 4,47.10^9$ năm. Một khối đá được phát hiện có chứa 46,97mg ${}^{238}U$ và 2,135mg ${}^{206}Pb$. Giả sử khối đá lúc mới hình thành không chứa nguyên tố chì và tất cả lượng chì có mặt trong đó đều là sản phẩm phân rã của ${}^{238}U$. Tuổi của khối đá hiện nay là

A. gần $2,5.10^6$ năm.　　B. gần $3,4\ .10^7$ năm.

C. gần 3.10^8 năm.　　D. gần 6.10^9 năm.

37.24. Côban phóng xạ (${}^{60}_{27}C_0$) được sử dụng rộng rãi trong y học và kĩ thuật, vì nó phát xạ tia γ và có thời gian bán rã T = 5,7 năm. Để độ phóng xạ H_0 của nó giảm xuống e lần (e là cơ số của loga tự nhiên) thì cần một khoảng thời gian là

A. t = 8,55 năm.　　B. t = 9 năm.　　C. t = 8,22năm.　　D. t = 8 năm.

37.25. Đồng vị phóng xạ đồng $^{66}_{29}Cu$ có thời gian bán rã T = 4,3 phút. Sau thời gian t = 12,9 phút, độ phóng xạ của đồng vị này giảm xuống bao nhiêu ?

A. p% = 85%. B. p% = 87,5%. C. p% = 82,5%. D. p% = 80%.

37.26. Để đo chu kì bán rã của một chất phóng xạ β^- người ta dùng máy đếm xung "đếm số hạt bị phân rã" (mỗi lần hạt β^- rơi vào máy thì gây ra một xung điện làm cho số đếm của máy tăng một đơn vị). Trong lần đo thứ nhất, máy đếm ghi được 340 xung trong một phút. Sau đó một ngày máy đếm chỉ còn ghi được 112 xung trong một phút. Tính chu kì bán rã của chất phóng xạ.

A. T = 19 giờ. B. T = 7,5 giờ. C. T = 0,026 giờ. D. T = 15 giờ.

37.27. Biết rằng độ phóng xạ β^- của một tượng cổ bằng gỗ bằng 0,77 lần độ phóng xạ của khúc gỗ cùng loại và cùng khối lượng khi vừa mới chặt. Chu kì bán rã của C^{14} là 5600 năm. Tuổi của tượng cổ bằng gỗ đó là

A. t = 31,080 năm. B. t = 2,438 năm.

C. t = 3,717 năm. D. t = 2,100 năm.

ĐÁP ÁN VÀ HƯỚNG DẪN GIẢI
BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

CHƯƠNG I

Chủ đề 1. Chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định

1.4. *Chọn đáp án* C.

1.5. *Chọn đáp án* B.

1.6. *Chọn đáp án* B.

Vật quay nhanh dần đều theo chiều dương

1.7. *Chọn đáp án D.*

Gia tốc góc: $\omega_t = \omega_0 + \gamma t \Rightarrow 0 = \omega_0 + \gamma t$

$\Rightarrow \gamma = -\omega_0/t = -20\pi/20 = -\pi$ rad/s^2.

1.8. *Chọn đáp án* A

Góc quay được đến khi dừng: $\varphi = \omega_0 t + \dfrac{\gamma t^2}{2}$

trong đó: $\gamma = -\omega_0/t = -20\pi/20 = -\pi$ rad/s^2

$\Rightarrow \varphi = 20\pi.20 - \dfrac{\pi}{2}.400 = 200\pi$ rad.

Số vòng bánh xe quay được: $n = \dfrac{200\pi}{2\pi} = 100$ vòng.

1.9. *Chọn đáp án A.*

Áp dụng công thức ta có: $a_t = r\gamma$. $a_{ht} = \omega^2 r = r\gamma^2 t^2$

1.10. *Chọn đáp án* A.

Khi φ là góc hợp giữa vectơ gia tốc $\vec{a}$ và bán kính nối P với tâm quay thì:

$\text{cotg}\varphi = \dfrac{a_{ht}}{a_t} = \gamma t^2$ mặt khác: $\dfrac{1}{2}\gamma t^2 = 2\pi N \Rightarrow \text{cotg}\varphi = 4\pi N$.

1.11. *Chọn đáp án A*

Vận tốc góc của đĩa tại t = 18s là: $\omega = \gamma t = 0,35.\ 18 = 6,3$rad/s

Độ dời góc là: $\varphi = \dfrac{1}{2}\gamma t^2 = \dfrac{1}{2}0,35\,(18)^2 = 56,7$ rad

$\Rightarrow$ số vòng quay được: $n = \varphi/2\pi = 56,7/2\pi = 9$ vòng.

1.12. *Chọn đáp án* A

Vì $\omega_0 = -4,6$ rad/s và $\gamma = 0,35$ rad/s^2 nên ban đầu đĩa quay theo chiều âm và chậm dần. Gọi t_1 là thời điểm để đĩa dừng lại:

$$t_1 = \frac{\omega - \omega_0}{\gamma} = \frac{0-(-4,6)}{0,35} = 13s.$$

1.13. *Chọn đáp án B.*

1.14. *Chọn đáp án A.*

1.15a. *Chọn đáp án A.*

Momen quán tính của đĩa đối với trục quay đi qua tâm đĩa:

$$I = mR^2/2 = (1.0,12^2)/2 = 7,2.10^{-3}kg.m^2$$

b. *Chọn đáp án* D

Áp dụng định lí động năng với vật quay:

$$M.\varphi = I\omega^2/2 - 0 \Rightarrow M = I\omega^2/2\varphi$$

trong đó momen quán tính của đĩa đối với trục quay đi qua tâm đĩa là $I = mR^2/2$. Sau 2 vòng quay ta có:

$$\varphi = 2 \times 2\pi = 4\pi \text{ rad} \text{ và } \omega = 2\pi n \text{ (với } n = 33,3/60 \text{ v/s)}$$

$$\Rightarrow M = (mR^2/2).(2\pi n)^2 / 2.4\pi = mR^2\pi.n^2/4 = 3,48.10^{-3} \text{ Nm}.$$

1.16a. *Chọn đáp án* B.

Áp dụng công thức: $\mathcal{M} = I\gamma \Rightarrow \gamma = \frac{\mathcal{M}}{I} = \frac{mg\frac{L}{2}}{\frac{1}{3}mL^2} = \frac{3}{2}\frac{g}{L}$

b. *Chọn đáp án* B.

Từ công thức xác định gia tốc tiếp tuyến.

$$a_t = L\gamma = \frac{3gL}{2L} = \frac{3g}{2} \text{ và } a_{ht} = \frac{v^2}{L} = 0 \text{ (vì } v = 0) \Rightarrow a = a_t = \frac{3g}{2}.$$

1.17a. *Chọn đáp án* B

Vì tấm ván phẳng, đồng chất và có tiết diện đều nên trọng tâm G của ván tại chính giữa ván ⇒ AG = AB/2. Nâng đầu B để ván quay quanh đầu A, ván chỉ cân bằng khi momen của trọng lực P bằng momen của lực nâng F đối với trục quay A: $P.AG\cos 30^0 = F.AB\cos 30^0 \Rightarrow P = 2F = 40N$.

b. *Chọn đáp án* B

Vì tấm ván phẳng, đồng chất và có tiết diện đều nên trọng tâm G của ván tại chính giữa ván ⇒ AG = AB/2. Khi tác dụng lực F' vuông góc với đầu ván, để cho ván vẫn giữ được góc nghiêng 30^0 thì momen của trọng lực P phải cân bằng với momen của lực F' đối với trục quay qua A.

$$\Rightarrow P.AG\cos 30^0 = F'.AB \Rightarrow F' = 17,32N$$

Chủ đề 2. Cân bằng của vật rắn

2.4. *Chọn đáp án C.*

2.5. *Chọn đáp án B.*

2.6. *Chọn đáp án B.*

2.7. *Chọn đáp án C.*

2.8. a. *Chọn đáp án* D.

Dưới tác dụng của lực F sinh ra lực T_1 tác dụng vào tường tại điểm A và áp lực N lên đầu cột chống. Phản lực T của tường tại điểm O của dây trực đối với T_1. Phản lực Q của cột lên điểm O trực đối với N. Như vậy, điểm O chịu tác dụng của các lực F, T và Q. Theo định luật II Newtơn thì dây cân bằng khi: $\vec{P} + \vec{T} + \vec{Q} = \vec{0}$. Chiếu lên phương ngang của dây:

$$-F\sin 30^0 + T = 0 \Rightarrow T = 200N$$

b. *Chọn đáp án D.*

Theo định luật II Newtơn thì dây cân bằng khi:

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{Q} = \vec{0}$$

Chiếu lên phương vuông góc với dây:

$$-F.\cos 30^0 + Q = 0 \Rightarrow Q = F.\cos 30^0 = 345N$$

2.9. a. *Chọn đáp án* B

Các lực tác dụng vào toa xe: trọng lực $\vec{P}$, phản lực đàn hồi của đường ray $\vec{N}$ và lực kéo $\vec{F}$. Toa xe đứng yên khi: $\vec{P} + \vec{N} + \vec{F} = \vec{0}$

Chiếu lên phương chuyển động: $-P\sin\alpha + F = 0 \Rightarrow F = P\sin\alpha = 200N$

Lực F hướng từ dưới lên, song song với đường ray là lực có độ lớn nhỏ nhất.

b. *Chọn đáp án* B.

Toa xe theo phương song song với mặt dốc phải bằng 0:

$$F' - Psing\alpha - F_{ms} = 0 \Rightarrow F_{ms} = F' - P\sin\alpha = 50N$$

$\Rightarrow F_{ms}$ có phương song song và chiều hướng xuống dưới.

2.10. a. *Chọn đáp án D.*

Khi được kéo trên mặt dốc, khối thép chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$, phản lực đàn hồi $\vec{N}$ và lực kéo $\vec{F}$. Vì khối thép chuyển động thẳng đều nên:

$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F} = \vec{0}$. Chiếu lên phương chuyển động ta có:

$$-P\sin\alpha + F = 0 \Rightarrow \sin\alpha = \frac{F}{P} = 0,5 \Rightarrow \alpha = 30^0$$

b. *Chọn đáp án* D

Khi được kéo trên mặt dốc, khối thép chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$, phản lực đàn hồi $\vec{N}$ và lực kéo $\vec{F}$. Vì khối thép chuyển động thẳng đều nên: $\vec{P} + \vec{N} + \vec{F} = \vec{0}$

Chiếu lên phương vuông góc với phương chuyển động ta có:

$$-P\cos\alpha + N = 0 \Rightarrow N = P\cos\alpha = P\cos 30^0 = 17{,}32N.$$

2.11. *Chọn đáp án* A.

Vì trọng lượng phân bố đều nên trọng tâm của cầu ở chính giữa cầu, vì vậy áp lực tác dụng lên các trụ đỡ cầu đều bằng nhau và bằng 1/2 trọng lượng cầu:

$$P'_A = P'_B = \frac{1}{2}P' = 37500N$$

Áp lực do ôtô tác dụng lên hai mố cầu tại A là P_A và tại B là P_B,

$$P_A + P_B = P = 15000N.$$

Theo tính chất của các lực song song:

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{CB}{CA} \Rightarrow \frac{P_A}{P_A + P_B} = \frac{CB}{CB + CA} \Rightarrow P_A = 5000N \text{ và } P_B = 10000$$

$$\Rightarrow N_A = P'_A + P_A = 42500N \text{ và } N_B = P'_B + P_B = 47500\ N.$$

2.12. *Chọn đáp án* A.

2.13. *Chọn đáp án* D.

Chủ đề 3. Phương trình cơ bản chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định

3.4: *Chọn đáp án* D

Đây là kết luận sai vì: Khi chọn trục Ox đi qua AB gốc toạ độ tại A, lúc đó toạ độ khối tâm G là: $AG = (m_A\ AA + m_B.AB)/(m_A + m_B) = 0{,}1\ m$

Khối tâm của hệ nằm cách khối tâm của B một đoạn: HG = 5 cm

3.5: *Chọn đáp án* D

3.6: a. *Chọn đáp án* A

Khi đĩa quay mà viên bi vẫn còn nằm trên đĩa, nghĩa là bi cùng chuyển động tròn đều với vận tốc góc ω của đĩa. Lúc này lực ma sát nghỉ đóng vai trò là lực hướng tâm: $F_{ms} = \mu mg = m\omega^2 R \Rightarrow \omega^2 = 1{,}414 rad/s$

b. *Chọn đáp án* A

Ta có $\sin\alpha = R/l = 1/2 \Rightarrow \alpha = 30^0$

3.7. *Chọn đáp án* C

Xem khung dây là một vật rắn có thể quay quanh điểm A. Dưới tác dụng của trọng lực P = 3mg đặt tại trọng tâm của tam giác và lực căng dây T đặt tại đỉnh B. Khung dây cân bằng khi:

$$T.BH = P.GH \Rightarrow Tl\cos 30^0 = 3mg.\frac{1}{3}l.\cos 30^0 \Rightarrow T = mg.$$

3.8: *Chọn đáp án* C

Xem thùng phuy là một vật rắn có trục quay tại chỗ tiếp xúc với bậc thềm qua điểm A. Trọng lực tác dụng vào thùng P = 200N đặt tại tâm O của thùng và hướng thẳng đứng xuống dưới. Để làm cho thùng quay quanh mép của bậc thềm đi qua A, phải tác dụng một lực F có momen: M = Fd đối với trục quay qua A lớn hơn hoặc bằng momen không đổi của trọng lực P đối với trục qua A:

M' = P.AH (Fd = P.AH = const)

⇒ F sẽ nhỏ nhất khi d lớn nhất.

d_{max} = D = AB (điểm B trên bề mặt thùng).

Vậy F có hướng tiếp tuyến với mặt thùng và có độ lớn: F =1807(N).

3.9: *Chọn đáp án* D

Để khối không bị lật (nghĩa là không quay) quanh M, thì giá của trọng lực P tác dụng vào vật phải nằm trong chân đế (phần diện tích đế tiếp xúc với mặt khối kê). Điều kiện để vật không bị quay theo chiều kim đồng hồ: $M_P \geq 0$. Trong trường hợp M_0 nằm trên đường thẳng đi qua G ($d_P = 0$) thì độ dài lớn nhất của x là:

$$x_{max} = AB - AM_0 = AB - AG\cos 45^0 = L - 2\frac{1}{3}AH\cos 45^o = 10cm$$

3.10a. *Chọn đáp án D*

$$a_{ht} = 0,5m/s^2;\ a_n = \frac{v^2}{R} = a_t \Rightarrow v = \sqrt{0,50.400} = 14,1m/s$$

b. *Chọn đáp án D*

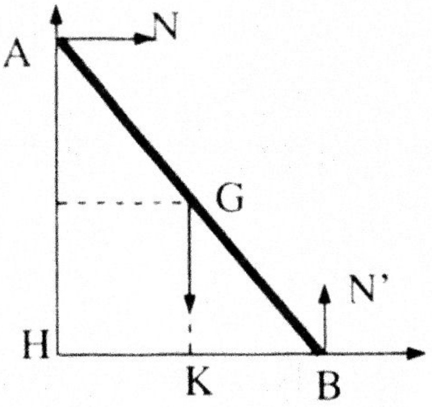
$$v^2 = 2a_ts \Rightarrow s = \frac{v^2}{2a_t} = \frac{200}{2.0,50} = 200m$$

c. *Chọn đáp án D*

$$v = a_tt \Rightarrow t = \frac{v}{a} = \frac{14,1}{0,50} = 28,2s$$

3.11a: *Chọn đáp án* B

Thang chịu tác dụng của các lực (hình 1.11): trọng lực $\vec{P}$, phản lực của tường $\vec{N}$ tại A, phản lực của sàn $\vec{N'}$, lực ma sát $\vec{F'}_{ms}$ tại B.



Hình 1.11

Để thang đứng yên thì: N.AH = P.KB

trong đó $AH^2 = AB^2 - HB^2 = 8 \Rightarrow AH = 2,83m$

và KB = 0,5m ⇒ N = 10,4N. Mặt khác vì: $\vec{P} + \vec{N} + \vec{N'} + \vec{F'}_{ms} = 0$

Chiếu lên phương thẳng đứng: $N' - mg = 0 \Rightarrow N' = 59,8\ N$

b: *Chọn đáp án* B

Phương trình cân bằng lực của thang: $\vec{P} + \vec{N} + \vec{N'} + \vec{F'}_{ms} = 0$

Chiếu lên phương ngang: $N - F_{ms} = 0 \Rightarrow F_{ms} = N = kmg \Rightarrow k = 0,174$

3.12. *Chọn đáp án* B.

$$\Delta W_d = -\Delta W_t \Rightarrow \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}mgl.$$

$$\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3}ml_2\omega^2 = \frac{1}{2}mgl \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{3g}{L}} \Rightarrow v = L\omega = \sqrt{3gL} \approx 8,6 \text{ m/s}.$$

3.13. *Chọn đáp án* A.

Khi thanh ở ranh giới của sự trượt thì ma sát nghỉ cực đại là:

$$F_{msn} = \mu_0 N \Rightarrow \sum F_x = N - T\sin\varphi = 0 \qquad (1)$$

$$\sum F_y = F_{msn} + T\cos\varphi - mg = 0 \quad (2)$$

$$M_T^{(A)} = M_P^{(A)} \Rightarrow TL\sin(180 - 2\varphi) = mg\frac{1}{2}L\sin\varphi \Rightarrow T = \frac{mg}{4\cos\varphi} \quad (3)$$

Lấy (3) + (1): $N = \frac{mg}{4}\text{tg}\varphi$

Lấy (3) + (2): $F_{ms} = \frac{3mg}{4} \Rightarrow \mu = \frac{F_{msn}}{N} = \frac{3}{\text{tg}\varphi} \Rightarrow \text{tg}\varphi \approx 3,896$

$$\Rightarrow \varphi = 75,6^0$$

Chủ đề 4. Momen động lượng và bảo toàn momen động lượng

4.3. *Chọn đáp án* D

Xuất phát từ công thức $L = I\omega = rmv$ và định lí về sự biến thiên của momen động lượng: $\Delta l = M\,\Delta t$; ta thấy $\Delta l = 0$ khi $M = 0$

4.4. *Chọn đáp án A*

Xét hệ gồm A + B gọi G là khối tâm của hệ. Hệ CĐ thẳng đều $\Rightarrow F = 0$

$$v_G = 10\text{m/s} \Rightarrow \frac{AG}{BG} = \frac{m_B}{m_A} = \frac{1000}{100} = 10$$

tại thời điểm t = 0, B ở O dây đứt $\Rightarrow F = 0 \Rightarrow$ G vẫn chuyển động thẳng đều với vận tốc v = 10m/s. Tại t = 10s thì OB = 95m nên:

$\Rightarrow BG = OG - OB = 100 - 95 = 5\text{m} \Rightarrow AG = 10BG = 50\text{m}.$

Vì G nằm trong AB nên AG + GB = AB = 55m

4.5. *Chọn đáp án A*

Mômen động lượng của hệ trước khi quay là: $L_{ht} = 0$

Mômen động lượng hệ trong khi quay: $L_{hs} = L_s + L_{ng} + L_{vd}$

trong đó $L_s = I\omega$ là mômen động lượng của sàn

$L_{ng} = I_{ng}\omega = mR^2\omega$ là mômen động lượng của người

$L_{vđ} = mvR$ là mômen động lượng của viên đá khi ném

$$\Rightarrow mvR + I\omega + mR^2\omega = L_{hs}$$

Áp dụng định luật bảo toàn momen:

$$L_{ht} = L_{hs} \Rightarrow mvR + I\omega + mR^2\omega = 0 \Rightarrow \omega = \frac{-\ mvR}{(I + mR^2)}$$

$\Rightarrow$ vận tốc tức thời của người ngược với vận tốc của viên đá:

$$v_n = \omega R = \frac{-\ mvR}{(I + mR^2)} = -0.1m/s$$

4.6. *Chọn đáp án A*

Áp dụng công thức: $L = I\omega = mvr = p.r$

(trong đó: r bán kính kể từ tâm quay và $p = mv$ là động lượng của vật quay).

Theo bài ra ta có: $r = 2R = 0{,}4m$ và $v = \omega r = 0{,}4.3 = 1{,}2m/s$

$\Rightarrow p = mv = 1.1{,}2 = 1{,}2kgm/s$. Vậy $L = p.r = 1{,}2.\ 0{,}4 = 0{,}48kg/s$

4.7. *Chọn đáp án* D

Khối cầu đồng chất có khối tâm tại O, do đó vận tốc của khối tâm khi quay quanh trục qua O bằng 0, véctơ động lượng có độ lớn: $p = mv = 0$

4.8. *Chọn đáp án* C

Theo định luật bảo toàn momen động lượng:

+ Khi đang quay với vận tốc góc ω momen động lượng của người nghệ sĩ là $I\omega$ (I là momen quán tính của người đối với trục quay)

+ Khi giơ hai tay ra ngang thì momen quán tính của người đó tăng lên thành I' (I' > I). Theo định luật bảo toàn mômen động lượng thì vận tốc góc là ω' sao cho: $I\omega = I'\omega' \Rightarrow \omega' < \omega$

4.9. *Chọn đáp án* C.

Gọi v_1 và v_2 lần lượt là vận tốc của người so với mặt đất và so với sàn.

$v_{KT} = \omega R$ vận tốc kéo theo của hệ quy chiếu gắn với sàn (quy chiếu quay) tại điểm mà người đứng trên sàn quay. Áp dụng công thức cộng vận tốc:

$v_1 = v_{12} + \omega R$ và định luật bảo toàn momen động lượng cho hệ qui chiếu gắn với mặt đất (hệ qui chiếu quán tính) ta được:

$$mv_1R + \frac{1}{2}I\omega = 0 \Rightarrow m(v_{12} + \omega R)R + \frac{1}{2}I\omega = 0$$

$$mv_{12}R + \omega(mR^2 + \frac{1}{2}I)R = 0 \Rightarrow \omega = -\ 0{,}43\ rad/s.$$

4.10. *Chọn đáp án D*

$$A = \Delta W_đ = \frac{1}{2}I(\omega^2 - 0) \Rightarrow I = \frac{2A}{\omega^2} = 0{,}15kgm^2.$$

4.11. *Chọn đáp án B*

$\gamma = M/I = 15rad/s^2 \Rightarrow \omega = \gamma t = 150rad/s$

vậy $W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = 23kJ$

4.12. *Chọn đáp án C*

Chủ đề 5. Động năng của vật rắn quay quanh một trục cố định

5.4. *Chọn đáp án* D.

Trong hệ qui chiếu quay, cây mọc theo phương trọng lực biểu kiến: $\overrightarrow{P_{bk}} = \vec{P} + \vec{F_q}$. Do đó, cây mọc nghiêng về phía trước quay một góc φ so với phương thẳng đứng. $tg\varphi = \frac{F_q}{P} = \frac{m\omega^2 r}{mg} = \frac{\omega^2 r}{g}$.

5.5. *Chọn đáp án C*

5.6. *Chọn đáp án A*

5.7a. *Chọn đáp án C*

Từ bài ra: $\varphi = 3t^2 + 2t + 4 \Rightarrow \varphi' = 6t + 2 \Rightarrow \varphi'' = \gamma = 6rad/s$

b. *Chọn đáp án* B

Góc quét: $\Delta\varphi = \varphi_3 - \varphi_0 = 33$ rad.

c. *Chọn đáp án B*

Áp dụng công thức. $\omega = \varphi'(t) = 6t + 2$

tại thời điểm 3s $\Rightarrow \omega = 20rad/s$

d. *Chọn đáp án B*

Gia tốc của viên bi được xác định theo công thức:

$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$ trong đó $a_t = R\gamma$ và $a_n = \omega^2 R$

thay số vào ta được $a = 60{,}67m/s^2$.

5.8a. *Chọn đáp án D*

Áp dụng công thức: $v = \omega R \Rightarrow \omega = v/R = 5{,}5/100 = 0{,}055$ rad/s

b. *Chọn đáp án C*

Gia tốc của xe khi qua đường vòng là:

$$a = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2.R} = \frac{20^2 - 60^2}{2 \times 0{,}1} = -16000km/h^2 = -1{,}23m/s^2$$

c. *Chọn đáp án C*

Áp dụng công thức: $a_{ht} = \frac{v^2}{R} = \frac{(5,5)^2}{100} = 0,31 m/s^2$

d. *Chọn đáp án A*

Dùng công thức: $v_t = v_0 + at \Rightarrow t = \frac{v_t - v_0}{a} = 9s$

CHƯƠNG II

Chủ đề 6. Chuyển động dao động, dao động điều hoà

6.6. *Chọn đáp án* A

6.7. *Chọn đáp án A.*

Từ biểu thức định nghĩa: $x = A\sin(\omega t + \varphi_O)$, ta tính được vận tốc và gia tốc: $v = \frac{dx}{dt} = \omega A\cos(\omega t + \varphi_O)$ và $a = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 A\sin(\omega t + \varphi_O)$.

$$\Rightarrow v_{max} = A\omega \text{ và } v = \frac{1}{2}v_{max} = \frac{A\omega}{2} = A\omega\cos(\omega t + \varphi_O)$$

Từ đó suy ra: $\cos(\omega t + \varphi_O) = \frac{1}{2}$ hay $\omega t + \varphi_O = \pm 2n\pi + \frac{\pi}{3}$ (n = 1, 2, ...)

Vậy vật xuất hiện ở li độ: $x = A\sin(2n\pi + \frac{\pi}{3}) = \frac{A\sqrt{3}}{2}$.

6.8. *Chọn đáp án* C.

6.9. *Chọn đáp án* A.

6.10. *Chọn đáp án* A.

6.11. *Chọn đáp án* D.

6.12. *Chọn đáp án* D.

6.13. *Chọn đáp án* D.

6.14. *Chọn đáp án* D.

6.15. *Chọn đáp án* A.

6.16. *Chọn đáp án* A.

6.17. *Chọn đáp án* C.

6.18. *Chọn đáp án* A.

6.19. *Chọn đáp án A.*

Chu kì dao động: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}}$ thay số vào ta có T = 2,18 (s)

6.20. *Chọn đáp án* B.

Áp dụng: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{100\pi} = 0{,}02s$

6.21. *Chọn đáp án C.*

So sánh phương trình đã cho với phương trình dao động điều hoà, ta có:

$$x = A\sin(\omega t + \varphi)$$

* Biên độ A của dao động: $A = 4cm$

* Chu kỳ: $T = \frac{2\pi}{\omega}$, trong đó $\omega = \pi \Rightarrow T = 2\pi/\pi = 2$ (s)

* Pha ban đầu của dao động: $\varphi = \pi/2$ (rad).

6.22: *Chọn đáp án B.*

$$A = 0{,}1m \text{ và } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 14{,}14rad/s \Rightarrow v_m = \omega A = 1{,}4m/s.$$

6.23: *Chọn đáp án D.*

$$a = \omega^2 A = 20m/s^2$$

6.24. *Chọn đáp án* C.

Áp dụng công thức: $v_{max} = A\omega = A\frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\pi} = 2m/s.$

6.25. *Chọn đáp án C.*

Li độ, gia tốc và do đó cả lực tác dụng đều tỉ lệ với $\sin(\omega t + \varphi_O)$. Vậy tại điểm có pha $\varphi = \frac{3\pi}{2}$, li độ và lực đều nhận giá trị cực đại.

Chủ đề 7. Con lắc đơn – con lắc vật lí

7.7. *Chọn đáp án* A.

7.8. *Chọn đáp án* B.

7.9. *Chọn đáp án* D.

7.10. *Chọn đáp án* C.

7.11. *Chọn đáp án* D.

7.12. *Chọn đáp án* D.

7.13. *Chọn đáp án D.*

Phương trình dao động có dạng: $\alpha = \alpha_0 \sin(\omega t + \varphi)$

(trong đó: ($\omega = 2\pi/T = 5$ rad/s). Vì: $\cos\alpha_0 = 1 - 2\sin^2\left(\frac{\alpha_0}{2}\right) = 0{,}99$

$\Rightarrow 1 - 2.(\alpha_0/2)^2 = 0{,}99 \Rightarrow \alpha_0 = 0{,}14$ (rad)

Từ điều kiện ban đầu: $t = 0$, $\alpha = \alpha_0$ và $v = 0$

$$\Rightarrow \quad \left.\begin{array}{l} \alpha_0 = \alpha_0 \sin\varphi \\ 0 = \cos\varphi \end{array}\right| \Rightarrow \varphi = \pi/2 \text{ rad}$$

Vậy phương trình dao động là: $\alpha = 0{,}14\sin(5t + \pi/2)$ (rad).

7.14. *Chọn đáp án C*.

Sức căng của dây: $T = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$

+ Tại vị trí biên: $\alpha = \alpha_0 \Rightarrow T = T_{min} = mg\cos\alpha_0 = 4{,}9.10^{-3}$ N

+ Tại vị trí cân bằng: $\alpha = 0 \Rightarrow T = T_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_0) = 5.10^{-3}$ N

7.15. *Chọn đáp án* D

Vì thang máy rơi tự do nên con lắc cũng rơi tự do, lực căng dây treo bằng 0, lực tác dụng lên con lắc chỉ có trọng lực.

$\Rightarrow$ Trong hệ "thang máy + con lắc" đứng yên (cùng rơi với thang)

$\Rightarrow$ tần số = 0 $\Rightarrow$ T = vô cùng.

7.16. *Chọn đáp án* A

Chu kì dao động của lò xo: $T = 2\pi\omega = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$

* Khi chỉ có m_1: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m_1}}$ (1). Khi chỉ có m_2: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m_2}}$ (2)

Khi gắn cả m_1 và m_2: $= 2\pi\sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}}$ (3)

Từ (1) và (2) ta suy ra: $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$ (4)

Từ (2) và (3) ta suy ra: $\frac{T}{T_2} = \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_2}} \Rightarrow \left(\frac{T}{T_2}\right)^2 = \frac{m_1 + m_2}{m_2} = 1 + \frac{m_1}{m_2}$ (5)

Thay (4) vào (5) $\Rightarrow \left(\frac{T}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 + 1 \Rightarrow T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = 2(s)$

7.17. *Chọn đáp án* A

Chu kì dao động của con lắc: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, vì vậy ta có:

+ $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}$ và $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} \Rightarrow \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \frac{l_1}{l_2}$

+ Khi chiều dài con lắc là $(l_1 + l_2)$ thì:

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l_1 + l_2}{g}} \Rightarrow \left(\frac{T}{T_2}\right)^2 = \frac{l_1 + l_2}{l_2} \Rightarrow T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = 2{,}5$s

7.18. *Chọn đáp án* A

Chu kì con lắc ở mặt đất là: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_0}}$

Ở độ cao h là: $T_h = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_h}} \Rightarrow \frac{T_0}{T_h} = \sqrt{\frac{g_0}{g_h}}$. Vì $g_h = g_0\left(\frac{R}{R+h}\right)$

$$\Rightarrow \frac{T_0}{T_h} = \sqrt{\frac{R}{R+h}} < 1 \Rightarrow T_0 < T_h \text{ nên đồng hồ chạy chậm.}$$

Số dao động mà con lắc chạy sai thực hiện trong một ngày đêm là:

$$N = \frac{\tau}{T_h} \text{ (trong đó } \tau = 24.3600 = 86400 \text{ (s))}$$

Thời gian đồng hồ chỉ sai là: $\tau' = N.T_0 = \tau\frac{T_0}{T_h}$

$\Rightarrow$ Đồng hồ chạy chậm là: $\Delta\tau = \tau - \tau' = \tau\left|1 - \frac{R}{R+h}\right| = 67,5 \text{ (s)}$

7.19. *Chọn đáp án* A

Chu kì con lắc ở nhiệt độ t_1: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}$, nhiệt độ t_2: $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}$

$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$ Với: $l_1 = l_0(1 + \lambda t_1)$ và $l_2 = l_0(1 + \lambda t_2)$

$$\Rightarrow \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \frac{1 + \lambda t_1}{1 + \lambda t_2} = (1 + \lambda t_1)^{1/2}(1 + \lambda t_2)^{-1/2}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = (1 + \lambda t_1/2)(1 - \lambda t_2/2) = 1 + \lambda t_1/2 - \lambda t_2/2 = 1 + (\lambda/2)(t_1 - t_2)$$

Vì $t_2 > t_1$ và λt_1 và λt_2 rất nhỏ so với 1 nên $T_1 < T_2 \Rightarrow$ chạy chậm hơn.
Số dao động con lắc đồng hồ thực hiện trong 1 ngày đêm (ở nhiệt độ 20^0C) là: $N = \frac{\tau}{T_1}$ trong đó $\tau = 24.3600 = 86400$ (s)

Thời gian 1 ngày đêm mà con lắc thực hiện N dao động ở nhiệt độ 80^0C là

$$\tau' = NT_2 = \tau\frac{T_2}{T_1} = \tau\,[1 + (\lambda/2)(t_2 - t_1)]$$

$\Rightarrow$ Thời gian đồng hồ chạy chậm là: $\Delta\tau = \tau' - \tau = 47$s.

Chủ đề 8. Con lắc lò xo

8.8.a. *Chọn đáp án* A.

$x = 0,04\sin 2\pi t$ và $v = x' = 0,04.2\pi.\cos 2\pi t$.

Khi $t = 4/3s$ thì $x = 0{,}04\sin 2\pi.4/3 = 0{,}04\sin 8\pi/3$

$= 0{,}04.(0{,}866) = 0{,}0346m = 0{,}035m$

$v = x' = 0{,}04 \times 2\pi.\cos 2\pi.4/3 = 0{,}2512\cos 8\pi/3$

$= 0{,}2512(-0{,}500) = -0{,}1256 = -0{,}126m/s$

b. *Chọn đáp án* A

Vận tốc cực đại là : $v_m = 0{,}251m/s$;

Gia tốc: $a = v' = 0{,}2512.2\pi(-\sin 2\pi t) = -1{,}576\sin 2\pi t$

$\Rightarrow$ Gia tốc cực đại là: $a_m = 1{,}58m/s^2$

c. *Chọn đáp án* A

Chu kì $T = 2\pi/\omega = 2\pi/2\pi = 1s$

d. *Chọn đáp án* A

t(s)	0	1/4	1/2	3/4	1	5/4	4/3
Pha = $2\pi t$(rad)	0	$\pi/2$	π	$3\pi/2$	2π	$5\pi/2$	$8\pi/3$
Li độ = x(m)	0	0,040	0	−0,040	0	0,040	0,035

Quãng đường đi: $s = 0{,}040 \times 5 + 0{,}035 = 0{,}235m$

8.9.a *Chọn đáp án* A

Chu kì $T = 24/40 = 0{,}60s$; $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 m/k$

Do: $k = \dfrac{mg}{\Delta l}$ nên $T^2 = 4\pi^2\dfrac{m\Delta l}{mg} = 4\pi^2\dfrac{\Delta l}{g}$

Suy ra: $g = 4\pi^2\dfrac{\Delta l}{T^2} = 4.3{,}14^2 \times 0{,}09/0{,}6^2 = 3{,}14^2$

Vậy $g = 9.856 = 9{,}9m/s^2$

b. *Chọn đáp án* A

Chu kì T tỉ lệ với $\sqrt{m}$ nên tần số f tỉ lệ nghịch với $\sqrt{m}$. Khi m giảm đi 2 lần thì f tăng lên $\sqrt{2} = 1{,}414$ lần. Vậy $f = 1{,}414 \times 1/0{,}60 = 2{,}356 = 2{,}4Hz$

8.10. a. *Chọn đáp án* D

Vì vật dao động điều hoà ta có: $\omega = \dfrac{k}{m}$. Mặt khác, gọi độ giãn của lò xo là Δl, tại VTCB ta có: $mg = k.\Delta l \Rightarrow \dfrac{k}{m} = \dfrac{g}{\Delta l}$

$\Rightarrow \omega = \sqrt{\dfrac{g}{\Delta l}} = \sqrt{\dfrac{10}{0{,}025}} = 20$ (rad/s). Lúc $t = 0$, $x_0 = -2cm$ và $v_0 = 40\sqrt{3}$ cm/s, có hệ phương trình sau:

$$\begin{cases} A.\sin\varphi = -2 \\ A.\omega.\cos\varphi = 40\sqrt{3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A.\sin\varphi = -2 \\ A.-20.\cos\varphi = 40\sqrt{3} \end{cases} (2) \Rightarrow \operatorname{tg}\varphi = -\sqrt{\frac{1}{3}}$$

ıeo (1) và (2) thì $A > 0$, $\sin\varphi > 0$, $\cos\varphi > 0$, $\Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{6} \Rightarrow A = 4cm$ 4cm

ậy phương trình dao động là: $x = 4\sin(20t - \frac{\pi}{6})$ (cm)

Chọn đáp án D

ıi vị tí thấp nhất của vật, lò xo có độ giãn tối đa và bằng ($\Delta l + A$), do đó \), do đó c đàn hồi cực đại: $F_{max} = k(\Delta l + A) = mg + k.A$. Thay số vào ta được: ta được:

).m + 0,04.k = 2,6 (*). Mặt khác, ta có: $\omega^2 = \frac{k}{m}$ hay $\frac{k}{m} = 400$ (**)   (**)

ıải hệ (*) và (**), ta tìm được: m = 0,1kg và k = 40N/m.

a. *Chọn đáp án* A

Vật dao động điều hoà: $x = A\sin(\omega t + \varphi)$

ọi độ giãn lò xo ở VTCB là Δl, ta có các phương trình sau:

$' = \frac{mg}{k} = \frac{0,25.10}{k} = \frac{2,5}{k}$ (1) và $\Delta l + x_0 = 6,5.10^{-2}$ (2)

$E = 80.10^{-3} = \frac{1}{2}kA^2$ (3). Tại $t = 0$, $x = x_0$, $v_o = 0$

$A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega^2}} = x_0$. (công thức này đúng ở mọi thời điểm). ời điểm).

ıay vào (3), giải hệ 3 phương trình (1) (2) (3) ta tìm được:

$\Delta l = 2,5cm$, $x_0 = A = 0.04$ (m) = 4 (cm) và k = 100N/m

ı đó ta tính được: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{0,25}} = 20rad/s$.

ı điều kiện ban đầu dễ dàng ta tính được $\varphi = \pi/2$, vậy phương trình dao rình dao ıng là:

$x = 4\sin(20t + \pi/2)$ (cm)

Chọn đáp án A

ực đàn hồi đạt cực đại khi vật ở vị trí thấp nhất.

$F_{max} = k(\Delta l + A) = 100(2,5.10^{-2} + 4.10^{-2}) = 6,5N$.

ɔ $\Delta l < A$, nên lực đàn hồi cực tiểu bằng 0, ứng với vị trí có li độ:

$= -2,5cm$, tại đó lò xo không biến dạng.

a. *Chọn đáp án* A

ıi vị trí cân bằng: $mg = k\Delta l \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}} = \sqrt{\frac{10}{0,1}} = 10rad/s$

ıương trình dao động của vật có dạng: $x = a\sin(\omega t + \varphi)$. Tại thời điểm ời điểm ıyền vận tốc cho vật: $x_1 = l - (l_0 + \Delta l) = 2cm$ và $v_1 = -20cm/s$,

ta có:
Mặt kl
b. Chọn đ
Như đ
xem n
tròn c
đến M
đều d
với gó
$\alpha = \frac{\pi}{2}$
nhất đ
8.13. Ch
+ The
$\Rightarrow \frac{1}{2}$ 1
⇒ v =
hay c
$\frac{1}{2}(1 +$
Gọi t_1
và (k
ω
=

ta có: $$A = \sqrt{x_1^2 + \frac{v_1^2}{\omega^2}} = \sqrt{2^2 + \frac{(-20)^2}{10^2}} = 2\sqrt{2}\text{cm}$$

Mặt khác, theo đề bài: tại t = 0, $x_0 = -\sqrt{2}$ cm và $v_0 < 0$, ta có:

$$x_0 = 2\sqrt{2}\sin\varphi = -\sqrt{2} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{6} \text{ hoặc } \frac{7\pi}{6}$$

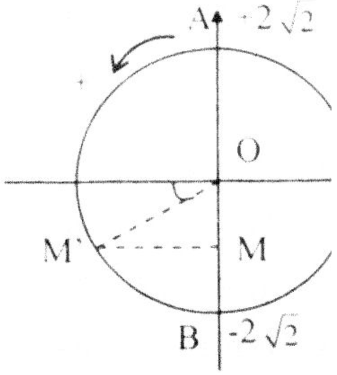
$$\Rightarrow x = 2\sqrt{2}\sin(10t + \frac{7\pi}{6}) \text{ (cm)}.$$

b. *Chọn đáp án* A.

Như đã biết, vật dao động điều hoà theo phương trình trên có thể c xem như là hình chiếu của một chất điểm chuyển động tròn đều trên v tròn có bán kính là A với vận tốc góc không đổi ω. Khi vật di chuyển đến M (từ $2\sqrt{2}$ đến $-2\sqrt{2}$) theo chiều dương thì điểm chuyển động đều di chuyển từ A đến M' được một cung ứng với góc:

$\alpha = \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{6} = \frac{2\pi}{3}$ (hình 2.9). Vậy thời gian ngắn nhất để vật dao động từ M đến N là:

$$t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{2\pi}{3.10} = \frac{\pi}{15} \text{(s)}.$$



Hình 2.9

8.13. *Chọn đáp án* A

+ Theo đề bài: $E_đ = E_t = E/2$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}.\frac{1}{2}kA^2$

$\Rightarrow v = A\omega\cos(\omega t + \varphi) \Rightarrow \frac{1}{2}m\omega^2A^2\cos^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{4}kA^2 = \frac{1}{4}m\omega^2A^2.$

hay $\cos^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}$. Hạ bậc của phương trình, ta có:

$$\frac{1}{2}\left(1 + \cos(2\omega t + 2\varphi)\right) = \frac{1}{2} \Rightarrow \cos(2\omega t + 2\varphi) = 0 \Rightarrow 2\omega t + 2\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$$

Gọi t_1 và t_2 là hai nghiệm liên tiếp của phương trình trên, tức là ứng v và (k + 1), ta có:

$$\omega t_1 + \varphi = (2k+1)\frac{\pi}{4} \text{ và } \omega t_2 + \varphi = \left[2(k+1)+1\right]\frac{\pi}{4}$$

$$\Rightarrow \omega(t_2 - t_1) = \frac{\pi}{2}.$$

Mặt khác ta có: $\omega = \frac{2\pi}{T}$, thay vào phương trình trên và nhớ rằng theo đề bài $t_2 - t_1 = \frac{\pi}{40}(s)$, ta tính được: $T = \frac{\pi}{10}(s)$ và $\omega = 20$ (rad/s).

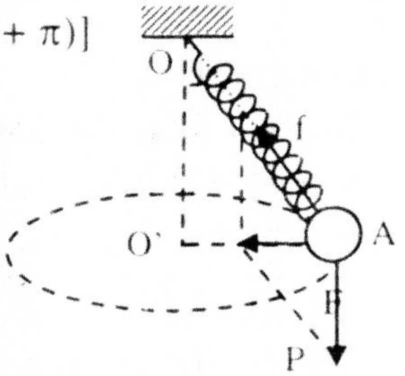
8.14. *Chọn đáp án* D

8.15. *Chọn đáp án* A

$$* \ W_t = \frac{kx^2}{2} = \frac{kA^2}{2}\sin^2(10t + \frac{\pi}{2}) = \frac{E}{2}[1 - \cos(20t + \pi)]$$

$$* \ W_đ = \frac{mv^2}{2} = \frac{m\omega^2A^2}{2}\cos(10t + \frac{\pi 2}{2}) = \frac{E}{2}[1 + \cos(20t + \pi)]$$

trong đó: $E = \frac{kA^2}{2} = \frac{m\omega^2A^2}{2} = 2.10^{-3}$ J.



Hình 2.10

8.16. a. *Chọn đáp án* C

Độ cứng của lò xo là: $k = F/\Delta l = 10$N/m.

b. *Chọn đáp án* C

Trong chuyển động quay, vật chịu tác dụng của hai lực (hình 2.10): Trọng lực: P = mg và lực đàn hồi của lò xo: $|f| = k\Delta l = k(l - l_0) \Rightarrow \vec{F} = \vec{P} + \vec{f}$ là lực làm vật chuyển động tròn đều vì vậy: $F = m\frac{v^2}{R} = m\omega^2R = m\omega^2O'A$. Mặt khác: $\cos\alpha = \frac{P}{f} = \frac{P}{k|l - l_0|} \Rightarrow |l - l_0| = \frac{P}{k\cos\alpha} = 2$cm $\Rightarrow l = 22$cm. Theo hình vẽ thì: $F = P\text{tg}\alpha \Rightarrow P\text{tg}\alpha = m\omega^2O'A$ (1)

và $\sin\alpha = \frac{O'A}{OA} \Rightarrow O'A = OA\sin\alpha$ (2)

Thay (2) vào (1) ta có:

$$P\,\text{tg}\alpha = m\omega^2OA\sin\alpha \Rightarrow \omega^2 = \frac{mg\sin\alpha}{m.OA.\sin\alpha.\cos\alpha} = \frac{g}{OA.\cos\alpha}$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{l.\cos\alpha}} = 9{,}53\text{rad/s} \Rightarrow n = \omega/2\pi = 1{,}5 \text{ vòng /giây.}$$

8.17.a. *Chọn đáp án* D

Tần số góc dao động của đĩa là: $\omega = \sqrt{\frac{k}{M}} = 10$rad/s.

Phương trình dao động đĩa có dạng: $x = A\sin(\omega t + \varphi)$

Theo đề bài, lúc t = 0, $x_0 = A\sin\varphi = -4$ cm. $v_0 = \omega A\cos\varphi = 0$.

$$\Rightarrow A = 4cm,\ \varphi = -\frac{\pi}{2} \rightarrow x = 4\sin(10t - \frac{\pi}{2})\ (cm).$$

b. *Chọn đáp án* D

+ Vì sau khi va chạm đàn hồi với mặt đĩa, vật m được giữ không rơi xuống đĩa nữa, nên tần số góc: $\omega' = \sqrt{\frac{k}{M}} = \omega = 10 rad/s$.

+ Ngay trước khi va chạm, vật m có vận tốc v được tính theo công thức $v = \sqrt{2gh}$ (áp dụng định luật bảo toàn cơ năng). Ngay sau va chạm, đĩa có vận tốc V, vật có vận tốc v'. Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng (va chạm hoàn toàn đàn hồi) ta có: $mv = MV + mv'$ (1)

$\frac{mv^2}{2} = \frac{MV^2}{2} + \frac{mv'^2}{2}$ (2). Từ (1) và (2) $\Rightarrow V = \frac{2mv}{m+M} = \frac{2m}{m+M}\sqrt{2gh}$.

Năng lượng dao động của đĩa được bảo toàn và bằng $\frac{kA^2}{2}$, do đó ta có:

$$\frac{kA^2}{2} = \frac{MV^2}{2} \Rightarrow A' = \sqrt{\frac{M}{k}}\ V = \sqrt{\frac{M}{k}}\ \frac{2m}{m+M}\sqrt{2gh}$$

$$\rightarrow A' = 0{,}082m = 8{,}2cm.$$

c. *Chọn đáp án* D

Phương trình dao động của đĩa có dạng: $x = A'\sin(\omega' t + \varphi)$

Theo đề bài lúc $t = 0$, $x_0 = 0 = A'\sin\varphi \Rightarrow v_0 = -V' = \omega' A'\cos\varphi$.

Từ đó tìm được: $\varphi = \pi$. Phương trình dao động của đĩa:

$$x = 8{,}2.\sin(10t + \pi)\ (cm)$$

Chủ đề 9. Các loại dao động – Tổng hợp dao động

9.7. *Chọn đáp án* C.

9.8. *Chọn đáp án* C.

9.9. *Chọn đáp án* A.

9.10. *Chọn đáp án* D:

9.11. *Chọn đáp án* A.

Theo bài ra ta có: Chu kì riêng của con lắc: $T_0 = 1/f_0 = 1s$. Chu kì kích thích của tàu $T = l/v = 1/f$. Khi vận tốc tàu đạt 45km/h = 12,5m/s, thì dao động con lắc mạnh nhất, nghĩa là xảy ra cộng hưởng: $f_0 = f \Rightarrow T_0 = T$
$\Rightarrow l/v = 1 \Rightarrow l = v = 12{,}5$ m. Vậy chiều dài đường ray là: $l = 12{,}5$ m

9.12. *Chọn đáp án* B

Gọi θ là thời gian giữa hai lần trùng phùng kế tiếp nhau, theo đề ra:

$$T_2 < T_1 \Rightarrow \theta = nT_1 = (n+1)T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{\theta T_1}{\theta + T_1} = 2{,}91\ (s).$$

9.13. *Chọn đáp án* C.

9.14. *Chọn đáp án* D.

9.15. *Chọn đáp án* D.

9.16. *Chọn đáp án* A.

Áp dụng các công thức: $|v_{max}| = \omega A$ và $|a_{max}| = \omega^2 A \Rightarrow \omega = \dfrac{|a_{max}|}{|v_{max}|}$

Trong đó: $|v_{max}| = \omega A = 62{,}8\text{cm/s} = 0{,}628\text{m/s} = 0{,}2\pi$.

và $|a_{max}| = \omega^2 A = 4\text{m/s}^2$

$$\Rightarrow \omega = \frac{4}{0,628} = \frac{4}{0,2\pi} = \frac{20}{\pi} = 2\pi \text{ rad/s.}$$

$$\Rightarrow A = \frac{0,2\pi}{2\pi} = 0{,}1\text{m. } T = \frac{2\pi}{\omega} = 1\text{s.}$$

9.17: *Chọn đáp án* A.

Vận tốc: $v = x' = \omega A\cos(\omega t + \varphi) = 4\pi\cos(\pi t + \pi/2)$ (cm/s)

9.18: *Chọn đáp án* A.

Giá trị cực đại của vận tốc: $|v_{max}| = A\omega = 4\pi = 12{,}56$ cm/s

9.19. *Chọn đáp án* B.

Trên Trái Đất: $T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g_0}}$. Trên hành tinh X: $T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$

$$\Rightarrow \frac{T'}{T_0} = \sqrt{\frac{g}{g_0}} = \sqrt{\frac{R^2M_0}{R_0^2M}} = \sqrt{2} \Rightarrow T' = T_0\sqrt{2} = \sqrt{2}\text{ s}$$

9.20. *Chọn đáp án* D.

Chọn mốc tính thế năng tại vị trí cân bằng: thế năng của hòn bi tại vị trí biên độ góc $\alpha = 30^0$ là: $E_t = mgh = mgl(1 - \cos 30^0)$. Động năng của hòn bi tại vị trí cân bằng là: $E_đ = \dfrac{1}{2}mv^2$. Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$E_t = E_đ \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = mgl(1 - \cos 30^0)$$

$$\Rightarrow v^2 = 2gl(1 - \cos 30^0) \Rightarrow v = 1{,}63 \text{ m/s}$$

CHƯƠNG III

Chủ đề 10. Sóng cơ – phương trình sóng cơ

10.6. *Chọn đáp án A.*

10.7. *Chọn đáp án* A.

10.8. *Chọn đáp án* B.

10.9. *Chọn đáp án* A.

10.10. *Chọn đáp án* D.

10.11. *Chọn đáp án A.*

10.12. *Chọn đáp án A.*

10.143. *Chọn đáp án* D.

$$\frac{d}{\lambda} = -\frac{\Delta\varphi}{2\pi} \rightarrow d = -\lambda\frac{\Delta\varphi}{2\pi} = 20\text{cm}$$

10.14. *Chọn đáp án* B.

$$u = 5\sin(6\pi t - \pi d)\ (\text{cm})$$

So sánh với công thức truyền sóng = $A\sin(\omega t - 2\pi d/\lambda)$

$$\Rightarrow \quad \omega = 6\pi \text{ rad/s và } \lambda = 2\text{m}$$

Vậy vận tốc truyền sóng là: $v = \lambda/T = \omega\lambda/2\pi = 6$ (m/s)

10.15. *Chọn đáp án* C.

$$\frac{1}{v_{kk}} = \frac{1}{v_T} + 2,8 \Rightarrow v_T = 5403 \text{ m/s}$$

10.16. *Chọn đáp án* B.

Phương trình sóng tại một điểm M trước O là:

$$u_M = 2\sin(2\pi t + 2\pi\frac{OM}{\lambda})\ (\text{cm})$$

$$OM = 10\text{cm}. \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 1\text{s}.\ \lambda = v.T = 40\text{cm} \Rightarrow u_M = 2\sin(2\pi t + \frac{\pi}{2}).$$

10.17. *Chọn đáp án* C.

Phương trình sóng tại một điểm M sau O là:

$$u_M = 3\sin(\pi t - 2\pi\frac{OM}{\lambda})(\text{cm})$$

$$OM = \cdot 10\text{cm}. \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\text{s}.\ \lambda = v.T = 2\text{m} \quad \Rightarrow u_M = 3\sin(\pi t + \frac{\pi}{4}).$$

10.18. *Chọn đáp án* B.

$$u_M = a\sin(\frac{2\pi}{T}t + 2\pi\frac{OM}{\lambda})\ (\text{cm})$$

$$OM = \frac{1}{3}\lambda\ (\text{cm}); \quad t = \frac{T}{2} \text{ thì } u_M = 2\text{cm} \Rightarrow a = \frac{4}{\sqrt{3}}\text{cm}.$$

10.19 *Chọn đáp án* D.

$$u = a\sin(\frac{2\pi}{T}t - 2\pi\frac{x}{\lambda})\ (\text{cm}) = 4\sin(\frac{\pi}{3}t - \frac{2\pi}{3}x)(\text{cm})$$

$$\Rightarrow T = 6\text{s và } \lambda = 3\text{m} \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = 0{,}5 \text{ m/s}.$$

10.20. *Chọn đáp án* D.

Với $d_{min} = 40cm$, ta có: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{d_{min}}{\lambda} = \pi \Rightarrow \lambda = 0{,}8m \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = 2{,}5$ Hz

Chủ đề 11. Sự giao thoa của sóng

11.7. *Chọn đáp án D.*

11.8. *Chọn đáp án B.*

11.9. *Chọn đáp án* D.

11.10. *Chọn đáp án* B.

11.11. *Chọn đáp án* C.

11.12. *Chọn đáp án* C.

11.13. *Chọn đáp án* A.

11.14. *Chọn đáp án* B.

Giữa M và đường trung trực có một đường dao động mạnh, vậy M nằm trên đường dao động mạnh bậc hai: $d_2 - d_1 = 2\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{d_2 - d_1}{2} = 1{,}6cm$

Vận tốc truyền sóng trên mặt nước: $v = f\lambda = 16.\ 1{,}6 = 24$ cm/s

11.15. *Chọn đáp án* B.

Biên độ cực đại của sóng ứng với trường hợp:

$$d = |d_1 - d_2| = n\lambda$$

ở các điểm trên đường trung trực của AB sóng có biên độ cực đại, đối với chúng:

$$d_1 = d_2 \text{ và } d = 0 \text{ và } n = 0.$$

Vì giữa M và đường trung trực của AB không có cực đại nào khác, giao thoa sóng tại M ứng với giá trị nhỏ nhất của n (ngoài giá trị 0).

$\Rightarrow n = 1 \Rightarrow \lambda = d = |19 - 21| = 2cm$

$\Rightarrow$ Vận tốc truyền sóng là: $v = \lambda f = 2.13 = 26$ cm.

11.16. *Chọn đáp án* A.

Ta có: $\lambda = \frac{v}{f} = 0{,}8$ (cm) và $d_1 = d_2 = d = 8cm$.

Mặt khác vì: $s_M = 2a\cos\frac{\pi(d_1 - d_2)}{\lambda}\cos\left[2\pi 100t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda}\right]$

Với $d_2 + d_1 = 16cm = 20\lambda$ và $d_2 - d_1 = 0$.

$\Rightarrow s_M = 2a\cos(200\pi t - 20\pi)$.

11.17. *Chọn đáp án* B.

Giữa 12 hypebol có 11 khoảng vân, vậy: $i = 2cm = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 4cm$

⇒ Vận tốc truyền sóng: $v = \lambda f = 80cm/s$.

11.18. *Chọn đáp án* A

Chủ đề 12. Sóng phản xạ – Sóng dừng

12.6. *Chọn đáp án A.*

12.7. *Chọn đáp án C.*

12.8. *Chọn đáp án C.*

12.9. *Chọn đáp án B.*

12.10. *Chọn đáp án C.*

12.11. *Chọn đáp án* C.

12.12. *Chọn đáp án* D.

Chiều dài mỗi bó sóng dừng bằng $\lambda/2$, do đó:

$$120 = 4\lambda/2 \Rightarrow \lambda = 60cm = v/f$$

⇒ Vận tốc truyền sóng: $v = f.\lambda = 24m/s$.

12.13. *Chọn đáp án* B.

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{40}{200} m = 20cm$

Số bụng sóng dừng bằng với số bó sóng dừng: $N = \frac{AB}{\lambda / 2} = \frac{2.90}{20} = 9$.

12.14. *Chọn đáp án* A

Bước sóng: $\lambda = 2l/7 = 0{,}3m = v/f$

Vận tốc tryền sóng: $v = f.\lambda = 60$ m/s.

12.15. *Chọn đáp án* A

$$v = f\lambda = 150.9{,}56 = 1434 \text{ m/s}.$$

12.16. *Chọn đáp án* C

Bước sóng: $\lambda = \frac{v}{f} = 0{,}4$ m. Ta có: $l = k\frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow k = \frac{2l}{\lambda} = \frac{2.1,2}{0,4} = 6$

Vậy có 6 múi = 6 bụng trên dây (số nút là 7).

12.17. *Chọn đáp án* A

$l = 2\frac{\lambda}{2} \rightarrow \lambda = l = 2$ m $\rightarrow v = \lambda.f = 20$ m/s..

Từ $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \mu = \frac{F}{v^2} = 0{,}025$ kg = 25g $\Rightarrow m = 2\mu = 50$ g.

12.18. *Chọn đáp án* A.

Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động lệch pha nhau 90^0 bằng $\lambda/4 = 0{,}75m$.

12.19. *Chọn đáp án* B.

Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động ngược pha nhau thì bằng $\lambda/2 = 2{,}5$m.

Chủ đề 13. Sóng âm – Tính chất vật lí của âm thanh

13.8. *Chọn đáp án* C.

13.9. *Chọn đáp án* B.

13.10. *Chọn đáp án* B.

13.11. *Chọn đáp án* B.

13.12. *Chọn đáp án* B.

13.13. *Chọn đáp án* B.

13.14. *Chọn đáp án* C.

13.15. *Chọn đáp án* C.

13.16. *Chọn đáp án* D.

13.17. *Chọn đáp án* D.

13.18. *Chọn đáp án* C.

13.19. *Chọn đáp án* B.

13.20. *Chọn đáp án* D.

13.21. *Chọn đáp án* B.

13.22. *Chọn đáp án* D.

13.23. *Chọn đáp án* C.

13.24. *Chọn đáp án* B.

Khoảng cách giữa 2 nút sóng dừng kề nhau bằng nửa bước sóng và có độ dài bằng 1/3: $\lambda/2 = 1/3 = 0{,}60/3 = 0{,}2\text{m} \Rightarrow \lambda = 0{,}40\text{m}$

Vận tốc truyền sóng trên dây là: $v = \lambda.f = 0{,}4.220 = 88\text{m/s}$.

13.25. *Chọn đáp án* B.

Hai điểm gần nhau nhất dao động ngược pha có: $\Delta\varphi = \pi$.

$$\Rightarrow \Delta\varphi = \pi = \frac{2\pi d}{\lambda} \Leftrightarrow d = \frac{\lambda}{2} \quad \text{với } \lambda = \frac{v}{f} = 0{,}6\ (\text{m})$$

Vậy d = 0,3 m = 30 cm.

13.26. *Chọn đáp án* C.

ở M không nghe được âm tức là hai sóng S_1 và S_2 đến ngược pha nhau.

Ta có: $\Delta d = S_2M = S_1M = (k + 1/2)\lambda$

vì S_2M nhỏ nhất ứng với k = 0, do đó: $S_2M = S_1M + \lambda/2 = 4\text{m}$.

13.27. *Chọn đáp án* D.

ở M nghe được âm to nhất: $MS_2 - MS_1 = k\lambda$ (1) nhưng $O < S_1M < S_2S_1$ (2)

Từ (1) $\Rightarrow (S_1S_2 - S_1M) - S_1M = S_1S_2 - 2S_1M = k\lambda$

$\Rightarrow S_1M = 1/2(S_1S_2 - k\lambda) = 1/2(S_1S_2 - kv/f)$

Từ (2) $\Rightarrow S_1S_2 - k\,v/f > 0 \Rightarrow k < S_1S_2.f/v = 6{,}67$ (3)

và $S_1S_2 - k\,v/f < 2S_1S_2 \Rightarrow k > -S_1S_2.f/v = -6{,}67$ (4)

Vì M là điểm đầu tiên khi đi từ S_1 đến S_2 nên S_1M là nhỏ nhất tức là phải lấy k lớn nhất: từ (3) và (4)$\Rightarrow k_{max} = 6 \Rightarrow S_1M_{min} = \dfrac{1}{2}\left(S_1S_2 - 6\dfrac{v}{f}\right) = 0{,}25$ m

13.28. *Chọn đáp án* D.

$$d_{min} = 25\text{cm} \Rightarrow \Delta\varphi = 2\pi\frac{d_{min}}{\lambda} = \frac{\pi}{4} \Rightarrow \lambda = 2\text{m}$$

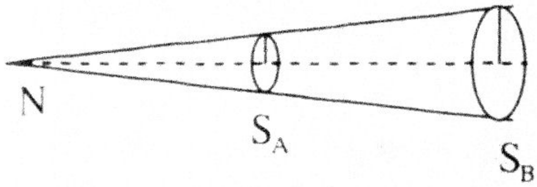
$$\Rightarrow v = \lambda.f = 1000 \text{ m/s} = 1 \text{ km/s}.$$

13.29. a. *Chọn đáp án* B.

Cường độ âm I_A tại A (hình 13.3)

$L_A = 10\lg I_A/I_0 \Rightarrow \lg I_A/I_0 = L_A/10 = 9$ (d_B)

$\Rightarrow I_A/I_0 = 10^9 \Rightarrow I_A = 10^9 I_0 = 0{,}1$ W/m^2



Hình 13.3

b. *Chọn đáp án* B.

Tại B cách N 10m, gọi mức cường độ âm L_B và cường độ âm là I_B

* Năng lượng âm: W = IS

* Mặt khác theo bài ra năng lượng âm trên các diện tích S_A và S_B là như nhau:

$$IS_A = IS_B \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \frac{S_A}{S_B} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 = \left(\frac{N_A}{N_B}\right)^2 = 1/100$$

$\Rightarrow I_B = 0{,}1.1/100 = 10^{-3}$ (W/m^2)

$\Rightarrow L_A = 10lgI/I_0 = 10lg10^7 = 10.7 = 70$ (d_B).

c. *Chọn đáp án* B

Công suất của nguồn N. Gọi năng lượng của nguồn phát ra trong thời gian t = 1s là: W = Pt. Năng lượng của nguồn N gửi qua mặt cầu S bán kính NA là: $W = I_AS$ (trong đó $S = 4\pi(NA)^2$

$$P = I_A.4\pi(NA)^2 = 0{,}1.\ 4.\ 3{,}14.\ 1 = 1{,}26 \text{ W}.$$

13.30. a. *Chọn đáp án A.*

Áp dụng công thức: $v = \sqrt{\dfrac{F}{\mu}}$ trong đó $\mu = \dfrac{m}{l} = \dfrac{6.10^{-3}}{60.10^{-2}} = 10^{-2}$ kg/m

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2{,}25}{0{,}01}} = 15\text{m/s}.$$

b. *Chọn đáp án A.*

Đối với một múi: $l = \lambda/2 \Rightarrow \lambda = 2l = 1,2\text{m} \Rightarrow f_1 = \dfrac{v}{\lambda} = \dfrac{15}{1,2} = 12,5\ \text{Hz}$

Đối với hai múi: $l = 2\dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow f_2 = 2f_1 = 25\text{Hz}$

Đối với ba múi: $l = 3\dfrac{\lambda}{2} \Rightarrow f_3 = 3f_1 = 37,5\text{Hz}.$

CHƯƠNG IV

Chủ đề 14. Dao động điện – Dòng điện xoay chiều

14.5. *Chọn đáp án* D.

14.6. *Chọn đáp án* B.

14.7. *Chọn đáp án* C.

Áp dụng $B = 4\pi.10^{-7}.N.I/l = 4.\pi.10^{-7}.4000.1/0,4 = 12,56.10^{-3}$ (T).

14.8. *Chọn đáp án* C.

Áp dụng gần đúng $\Phi = BNS = 2.10^{-3}.4000.12,56.10^{-3} = 0,1$ (Wb).

14.9. *Chọn đáp án* C.

14.10. *Chọn đáp án* B.

14.11. *Chọn đáp án* B.

Khi $u = U_M\sin\omega t$ thì $q = C.u = C.U_M\sin\omega t$

$i = dq/dt = \omega.C.U_M\cos\omega t = \omega.C.U_M\sin(\omega t + \pi/2)$

Vậy i sớm pha $\pi/2$ so với u.

14.12. *Chọn đáp án* A.

$I = U/Z_L$ (với $Z_L = \omega L = 2\pi.f.L$)

Vậy $U = I.Z_L = 2\pi.f.L.I$

14.13. *Chọn đáp án* B.

Tổng trở của đoạn mạch có R, L và C mắc nối tiếp là Z với

$Z^2 = R^2 + (\omega L - l/C\omega)^2$

Khi $\omega L - l/C\omega = 0$ tức $LC\omega^2 = 1$ thì $Z^2 = R^2$ cực tiểu nên Z cực tiểu.

($I = U/Z$ sẽ cực đại: có sự cộng hưởng dòng điện)

14.14. *Chọn đáp án* B.

Dòng điện đổi chiều 100 lần.

14.15. *Chọn đáp án* A.

$155 = 310\sin 100\pi t \Rightarrow \sin 100\pi t = \dfrac{1}{2} \Rightarrow 100\pi t = \dfrac{\pi}{6} \Rightarrow t_1 = 1/600\text{s}.$

14.16. *Chọn đáp án* A.

$110 = 220\sin 100\pi t \Rightarrow \sin 100\pi t = \dfrac{1}{2} \Rightarrow 100\pi t = \dfrac{\pi}{6}, 5\dfrac{\pi}{6}$

$\Rightarrow t_1 = 1/600(s)$ và $t_2 = 5/600\ (s)$.

Khoảng thời gian một lần đèn sáng là : $\Delta t = t_2 - t_1 = \dfrac{1}{150}$ s.

Trong một chu kì đèn sáng hai lần ($2\Delta t$) và tắt hai lần ($2\Delta t'$), do đó:

$$T = 2\Delta t + 2\Delta t' \Rightarrow \Delta t' = \frac{T}{2} - \Delta t = \frac{1}{300}\ \text{s}.$$

14.17. *Chọn đáp án* C.

14.18. *Chọn đáp án* C.

14.19. *Chọn đáp án* B.

14.20. *Chọn đáp án* B.

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{200^2}{1000} = 40\Omega.\ I_0 = \frac{U_0}{R} = \frac{200\sqrt{2}}{40} = 5\sqrt{2}\ \text{A}$$

$\Rightarrow\ I = 5\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (A).

Chủ đề 15. Mạch xoay chiều sơ cấp – Mạch R,L,C mắc nối tiếp

15.6. *Chọn đáp án* A.

Ta có: $U_{C_0} = I_0 Z_C = 50V$. Vì u_C trễ pha một góc $\dfrac{\pi}{2}$ so với dòng điện nên

$$u_C = 50\sin\left[(100\pi t - \frac{\pi}{3}) - \frac{\pi}{2}\right] = 50\sin(100\pi t - \frac{5\pi}{6})V.$$

15.7. *Chọn đáp án* D.

$$I = \frac{U_L}{Z_L} = 0{,}5A \Rightarrow i = 0{,}5\sin\left[(100\pi t + \frac{\pi}{6}) - \frac{\pi}{2}\right] = 0{,}5\sin(100\pi t - \frac{\pi}{3})A.$$

$$\Rightarrow\ u_C = U_{0C}\sin\left[(100\pi t - \frac{\pi}{3}) - \frac{\pi}{2}\right] = 50\sin(100\pi t - \frac{5\pi}{6})V.$$

(trong đó $U_{0C} = I_0 Z = 0{,}5.100 = 50V$)

15.8. *Chọn đáp án* A.

15.9. *Chọn đáp án* A.

15.10 *Chọn đáp án* D.

15.11. *Chọn đáp án* C.

15.12. *Chọn đáp án* B.

15.13. *Chọn đáp án* B.

15.14. *Chọn đáp án* B.

15.15. *Chọn đáp án* A.

15.16. *Chọn đáp án* A.

15.17. *Chọn đáp án* C.

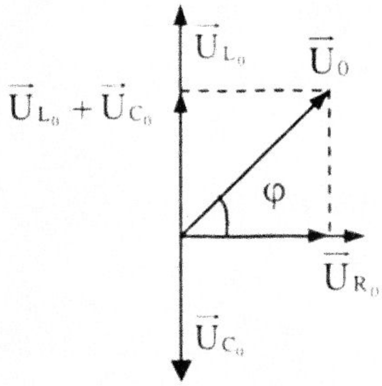
15.18. *Chọn đáp án* A.
15.19. *Chọn đáp án* C.
15.20. *Chọn đáp án* C.
15.21. *Chọn đáp án* D.
15.22. *Chọn đáp án* B.
15.23. *Chọn đáp án* D.
15.24. *Chọn đáp án* B.
15.25. *Chọn đáp án* B.
15.26. *Chọn đáp án* D.

Chủ đề 16. Tính toán mạch xoay chiều bằng phương pháp giản đồ resnen

16.5. *Chọn đáp án* A.

Từ giản đồ resnen hình 4.16, thấy hiệu điện thế sớm pha hơn dòng điện một góc $\varphi = \frac{\pi}{4}$.

$$\mathrm{tg}\varphi = \frac{U_{L_0} - U_{R_0}}{U_{R_0}} = \frac{U_{R_0}}{U_{R_0}} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}.$$



Hình 4.16

16.6. *Chọn đáp án* C.

Đoạn mạch chứa ống dây với điện trở thuần r có i trễ pha so với u.

16.7. *Chọn đáp án* B.

$U_L = U_C = U$, giản đồ véctơ resnen có ba cạnh bằng nhau là tam giác đều OMN : I.R = 0,866.U ⇒ R = 0,866U/I

$R = 0{,}866.120/2 = 51{,}96 = 52\Omega$

$IR = 0{,}866.I/C.\omega \Rightarrow l/C\omega = R/0{,}866$

$C = 0{,}866/R.\omega = 5{,}3.10^{-5}F$

$I.L\omega = 0{,}5.I/C.\omega \Rightarrow L\omega = 0{,}5R/0{,}866$

$L = 0{,}5.52/0{,}866.314 = 0{,}096H$

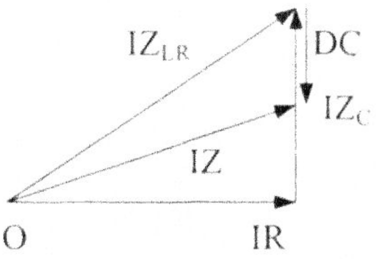
Cường độ hiệu dụng cực đại khi

$L\omega = l/C'.\omega \Rightarrow \ C' = l/0{,}096.314^2 = 10{,}6.10^{-5}F$

Khi đó $U'_C = (l/C'\omega).I_M = (l/C'\omega).U/R = 6{,}9V$

Kết quả tìm ra sai là do đã tính nhầm: $I_M = U_M/R$.

16.8. *Chọn đáp án* A



Hình 4.17

Căn cứ vào giản đồ véctơ Fre-nen ở hình 4.17, dùng định lí hàm sin với tam giác ACD ta có:

$I.Z_C/\sin(\varphi' - \varphi) = I.Z/\sin(\pi/2 - \varphi')$

$\Rightarrow I.Z_C = I.Z\sin(\varphi' - \varphi)/\sin(\pi/2 - \varphi')$

$U_{CD} = I.Z_C$ đạt trị số cực đại khi $\sin(\varphi' - \varphi) = 1$, tức là khi $(\varphi' - \varphi) = \pi/2$ hay $\varphi = \varphi' - \pi/2$

$\Rightarrow \mathrm{tg}\varphi = -\mathrm{tg}(\pi/2 - \varphi') = -\mathrm{cotg}\varphi'$

$(I.Z_L - I.Z_C)/I.R = -I.R/I.Z_L \Rightarrow Z_C = (R^2 + Zl_2)/Z_L$

$\Rightarrow 1/\omega.C = (R^2 + Zl_2)/\omega.L \Rightarrow C = L/(R^2 + \omega^2.\ l_2)$

Vậy kết luận $C = L/(R^2 - \omega^2.\ l_2)$ là SAI.

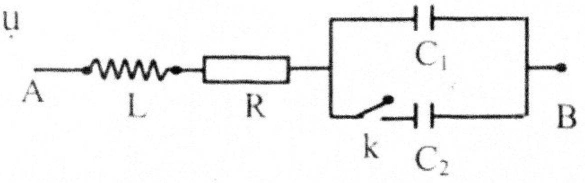
Có thể do đã nhầm khi lấy $\mathrm{tg}(\varphi' - \pi/2) = \mathrm{cotg}\ \varphi'$.

16.9. a. *Chọn đáp án* D

Áp dụng phương pháp giãn đồ véctơ quay, khi khoá k mở i_1 sớm pha hơn so với u: $\pi/3 \Rightarrow \varphi_1 = -\pi/3 \Rightarrow (Z_L - Z_{C1})/R = \mathrm{tg}\varphi = \mathrm{tg}(-\pi/3) = -\sqrt{3}$

$\Rightarrow Z_{C1} = 200\sqrt{3}\ (\Omega) \Rightarrow C_1 = \dfrac{1}{\omega Z_{C1}} = \dfrac{10^{-4}}{2\sqrt{3}\pi}(F)$.

Khi khoá k đóng i_2 trễ pha $\pi/6$ so với u. Gọi Z_C là dung kháng của bộ hai tụ (hình 4.18), ta có:



Hình 4.18

$\varphi_2 = \pi/6$

$\Rightarrow (Z_L - Z_C)/R = \mathrm{tg}\varphi_2 = \mathrm{tg}(\pi/6)$

$= \dfrac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow Z_C = \dfrac{200}{\sqrt{3}}\ (\Omega)$

Điện dụng của bộ tụ là: $C = \dfrac{1}{\omega Z_C} = \dfrac{\sqrt{3}}{2\pi}.10^{-4}(F)$

$\Rightarrow C_2 = C - C_1 = \dfrac{10^{-4}}{\sqrt{3}\pi}(F)$

b. *Chọn đáp án* D

+ Khi k mở: $Z_1 = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_{C1})^2} = 200\Omega \Rightarrow I_1 = U/Z_1 = 1\ (A)$

+ Khi k đóng: $Z_2 = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 200/\sqrt{3}\,\Omega \Rightarrow I_2 = \sqrt{3}\ (A)$.

c. *Chọn đáp án* D

+ Khi k mở: $i_1(t) = \sqrt{2}\sin(100\pi t + \pi/3)$

+ Khi k đóng: $i_2(t) = \sqrt{6}\sin(100\pi t - \pi/6)$

16.10. *Chọn đáp án D*

Theo đề ra ta có:

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = 50\Omega = R \Rightarrow U_C = U_R.$$

Dựng giản đồ véctơ như hình vẽ 4.19.

ta thấy: $\text{tg}\alpha = \frac{U_C}{U_R} = 1 \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{4}$.

Theo đề bài U_{AM} và U_{MN} lệch pha nhau:

$\frac{7\pi}{12} \Rightarrow \beta = \frac{7\pi}{12} - \alpha = \frac{\pi}{3}$. Dễ dàng thấy rằng:

$U_r = U_{MB}\cos\beta = 200.\frac{1}{2} = 100(V)$. Mặt khác ta có:

$U_{AM}^2 = U_R^2 + U_C^2 = \left(\frac{80}{\sqrt{2}}\right)^2$. Vì $U_R = U_C \Rightarrow U_R = U_C = 40(V)$

$$\Rightarrow I = \frac{U_R}{R} = \frac{40}{50} = 0,8(A); r = \frac{U_r}{I} = \frac{100}{0,8} = 125\Omega.$$

Ta có: $U_L = U_{MB}\sin\beta = 200\sin\frac{\pi}{3} = 100\sqrt{3}\ (V)$

$\Rightarrow$ suy ra: $Z_L = \frac{U_L}{I} = \frac{100\sqrt{3}}{0.8} \approx 216,5\Omega$

Vậy $L = \frac{Z_L}{\omega} \approx 0,69(H)$.

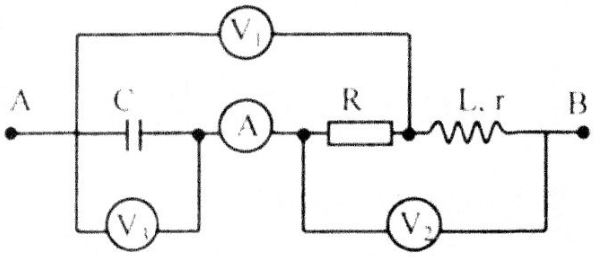
16.11. a. *Chọn đáp án* B

Mạch điện có thể vẽ lại như hình 4.20. Dùng phương pháp giản đồ véctơ ta có:

$$U_R = U_1\sin30^0 = 80\frac{1}{2} = 40(V) \Rightarrow R = \frac{U_R}{I} = \frac{40}{2} = 20\Omega$$

$$U_r + U_R = U_2\sin30^0 = 120.\frac{1}{2} = 60\sqrt{3}\ (V)$$

$$\Rightarrow U_r = 20(V) \Rightarrow r = 10\Omega.$$



Hình 4.20

b. *Chọn đáp án* B

$$U_C = U_1\sin60^0 = 80.\frac{\sqrt{3}}{2} = 40\sqrt{3}$$

$$\Rightarrow Z_C = \frac{U_C}{I} = \frac{40\sqrt{3}}{2} = 20\sqrt{3}\Omega \Rightarrow C \approx 92\mu F.$$

c. *Chọn đáp án* B

$$U_L = U_2 \sin 60^0 = 120.\frac{\sqrt{3}}{2} = 60\sqrt{3}\ (V)$$

$$\Rightarrow Z_L = \frac{U_L}{I} = \frac{60\sqrt{3}}{2} = 30\sqrt{3}\Omega \Rightarrow L \approx 0,165H.$$

$$U = I\sqrt{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 2\sqrt{30^2 + (10\sqrt{3})^2} = 40\sqrt{3}(V).$$

d. *Chọn đáp án* B

Ta có: $i = 2\sqrt{2}\sin(100\pi t - \varphi)$ với $tg\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R + r} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6}$.

Vậy $i = 2\sqrt{2}\sin(100\pi t - \frac{\pi}{6})(A)$.

Chủ đề 17. Điện năng tiêu thụ trong một mạch điện xoay chiều – Hệ số công suất

17.5. *Chọn đáp án* D.
17.6. *Chọn đáp án* B.
17.7. *Chọn đáp án* D.
17.8. *Chọn đáp án* B.
17.9. *Chọn đáp án* D.
17.10. *Chọn đáp án* C.
17.11. *Chọn đáp án* A.
17.12. *Chọn đáp án* B.
17.13. *Chọn đáp án* B.
17.14. *Chọn đáp án* A.
17.15. *Chọn đáp án* B.
17.16. *Chọn đáp án* D.
17.17. *Chọn đáp án* D.
17.18. *Chọn đáp án* A.
17.19. *Chọn đáp án* B.
17.20. *Chọn đáp án* C.

Chủ đề 18. Truyền tải điện năng – Máy biến áp

18.4. *Chọn đáp án* C.
18.5. *Chọn đáp án* B.
18.6. *Chọn đáp án* D.
18.7. *Chọn đáp án* D.
18.8. *Chọn đáp án* D.
18.9. *Chọn đáp án* B.

18.10. *Chọn đáp án* A.

18.11. *Chọn đáp án* B.

18.12. *Chọn đáp án* C.

18.13. *Chọn đáp án* B.

18.14. *Chọn đáp án* B.

18.15. *Chọn đáp án* D.

18.16. *Chọn đáp án* B.

18.17. *Chọn đáp án* C

18.18. *Chọn đáp án* C.

18.19. *Chọn đáp án* B.

Vì máy giảm thế nên số vòng của cuộn dây thứ cấp sẽ nhỏ hơn so với số vòng của cuộn dây sơ cấp. Vì vậy, cuộn dây sơ cấp có 500 vòng và cuộn dây thứ cấp có 100 vòng: $\frac{U'}{U} = \frac{N'}{N} \Rightarrow U' = \frac{N'}{N}U = 20V$.

18.20. *Chọn đáp án* D.

Chủ đề 19. Máy phát điện xoay chiều và một chiều – Động cơ điện xoay chiều

19.4. *Chọn đáp án* C.

19.5. *Chọn đáp án* B.

19.6. *Chọn đáp án* A.

19.7. *Chọn đáp án* A.

Gọi n, p và f lần lượt là số vòng quay/phút, số cặp cực và tần số của máy phát, ta có: $f = \frac{n}{60}p$. Khi máy có số vòng quay là n' và số cặp cực p' thì $f' = \frac{n'}{60}p'$. Theo đầu bài thì $f = f' \Rightarrow n'p' = np$ hay $n' = \frac{np}{p'}$.

Vậy số vòng quay của rôto khi máy có 6 cặp cực trong một phút là

$$n' = \frac{3000}{6} = 500 \text{ vòng/phút.}$$

19.8. *Chọn đáp án* D.

Khi tần số góc của rôto giảm đi n lần thì: $E_0 = NB.S.\omega$ giảm n lần vì vậy E giảm n lần và $I = E/(R^2 + Z^2)^{1/2}$ cũng giảm đi n lần. Công suất tiêu thụ trung bình do toả nhiệt ở cuộn dây là: $P = RI^2$ vì vậy giảm đi n^2.

19.9. *Chọn đáp án C*.

19.10. *Chọn đáp án B*.

19.11. *Chọn đáp án* A.

3 suất điện động có dạng

$$e_1 = E_0\cos\omega t;\ e_2 = E_0\cos(\omega t + 2\pi/3) \text{ và } e_3 = E_0\cos(\omega t - 2\pi/3)$$

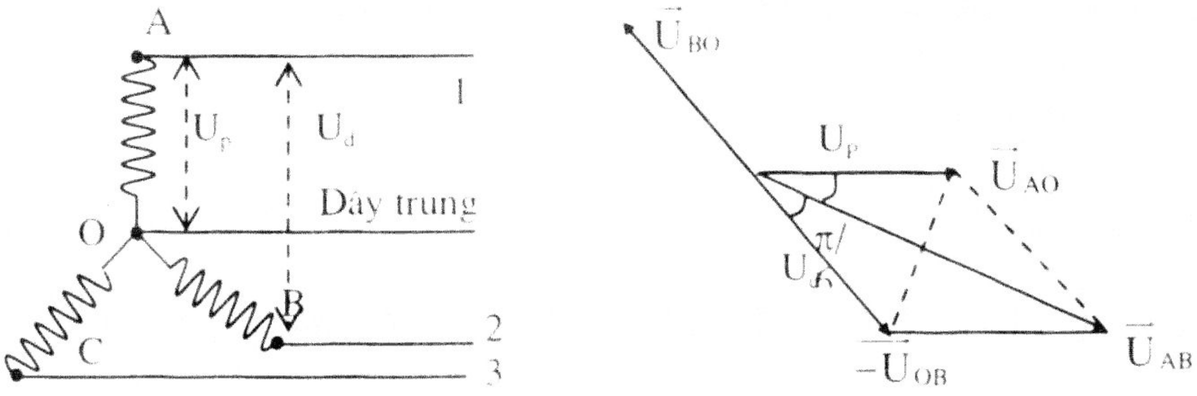
tại $t = 0$ thì: $e_1 = E_0 \Rightarrow e_2 = E_0\cos 2\pi/3 = -E_0/2$

và $e_3 = E_0\cos(-2\pi/3) = -E_0/2$.

19.12. *Chọn đáp án C*

Sơ đồ cách mắc như hình 4.21: $\vec{U}_d = \vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AO} + \vec{U}_{OB} = \vec{U}_{AO} + (-\vec{U}_{BO})$

Trong đó U_{AO} và U_{BO} lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$ (về thời gian lệch T/3). Ta có giản đồ vectơ như hình 4. 21, từ đó ta có $U_d = 2U_p\cos\frac{\pi}{6} = \sqrt{3}\,U_p$



Hình 4.21

19.13. *Chọn đáp án C*

19.14. *Chọn đáp án* B

Cường độ dòng điện trong 3 cuộn dây lệch pha nhau $2\pi/3$ nên cảm ứng từ do chúng tạo ra cũng lệch pha nhau $2\pi/3$. Chọn thời điểm gốc ta có:

$B_1 = B_0\sin\omega t$. $B_2 = B_0\sin(\omega t + 2\pi/3)$. $B_3 = B_0\sin(\omega t - 2\pi/3)$

Khi $\omega t = \pi/2$ thì $B_1 = B_0$; $B_2 = \frac{B_0}{2}$ và $B_3 = \frac{-B_0}{2}$

Khi B_1 hướng ra xa cuộn dây 1 thì B_2 và B_3 hướng về phía cuộn dây 2 và 3. Từ đó, véctơ tổng hợp B có độ lớn là: $B = 1{,}5B_0$

19.15. *Chọn đáp án* C.

Năng lượng tiêu thụ: $E = I^2Rt = I^2.20.\frac{1}{2}h = 1000Wh$

$\Rightarrow I = \sqrt{100}\,A = 10A$.

19.16. a. *Chọn đáp án* A.

Từ thông cực đại qua khung:

$$\Phi_0 = NBS = 1000.\ 0{,}1.\ 200.10^{-4} = 2Wb$$

b. *Chọn đáp án* A.

Suất điện động cực đại: $E_0 = \Phi_0\omega$

trong đó: $\omega = 2\pi n/t = 2\pi.300/60 = 10\pi$ (rad)

$$\Rightarrow E_0 = 2.10\pi = 20\pi = 62,8 \text{ (V)}$$

c. *Chọn đáp án* A.

Biểu thức suất điện động xoay chiều:

$$e = E_0\sin(\omega t + \varphi)$$

vì khi t = 0 thì $\vec{n}$ vuông góc với $\vec{B}$ $\Rightarrow \varphi = \pi/2$

$$\Rightarrow e = 20\pi\sin(10\pi t + \pi/2) \text{ (V)}.$$

CHƯƠNG V

Chủ đề 20: Dao động điện từ – Mạch dao động

20.5. *Chọn đáp án* A.

20.6. *Chọn đáp án* D.

20.7. *Chọn đáp án* A.

20.8. *Chọn đáp án* B.

Ta có: $\frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{Q_0^2}{2C} \Rightarrow Q_0^2 = LCI_0^2$, khai căn biểu thức này ta được

$$\Rightarrow Q_0 = I_0\sqrt{LC} = \frac{I_0}{\omega} = \frac{4.10^{-2}}{2.10^7} = 2.10^{-9}\text{ C}.$$

20.9. *Chọn đáp án* C.

Trong quá trình C thay đổi từ C_{min} đến C_{max} chu kì dao động sẽ thay đổi từ $T_{min} = 2\pi\sqrt{LC_{min}}$ đến $T_{max} = 2\pi\sqrt{LC_{max}} \Rightarrow \lambda_{min} = c.\ 2\pi\sqrt{LC_{min}} = 188\text{m}$ và $\lambda_{max} = c.\ 2\pi\sqrt{LC_{max}} = 565\text{m}$.

(với c là vận tốc lan truyền của sóng điện từ trong chân không: $c = 3.10^8$m/s)

20.10. *Chọn đáp án* A.

20.11. *Chọn đáp án* B.

$\lambda = c.T = 2\pi.c.\sqrt{LC}$, $\lambda_m = 3.10^8.2.3,14.\sqrt{1,5.10^{-3}.50.10^{-12}} = 516\text{m}$

$\lambda_M = 3.10^8.2.3,14.\sqrt{1,5.10^{-3}\ 50.10^{-12}} = 1548\text{m}$.

20.12. *Chọn đáp án* C

20.13. *Chọn đáp án* B

Dùng hệ thức: năng lượng mạch dao động LC bằng năng lượng điện trường cực đại khi năng lượng từ trường bằng không và năng lượng từ trường cực đại khi năng lượng điện trường bằng không:

$$E = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow \frac{I_0}{U_0} = \sqrt{\frac{C}{L}} \Rightarrow I_0 = U_0\sqrt{\frac{C}{L}}.$$

20.14. *Chọn đáp án* D

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{2}{\pi}.10^{-3}.\frac{0,8}{\pi}.10^{-6}}} = 12500\ (Hz) = 12,5\ kHz.$$

20.15. *Chọn đáp án* C.

$$T = 2\pi\ \sqrt{LC}\ \rightarrow C = \frac{T^2}{4\pi^2L} = \frac{\left(10^{-6}\right)^2}{4\pi^2.2.10^{-3}} = 12,66.10^{-12}\ (F) = 12,66\ pF.$$

20.16. *Chọn đáp án* C

$$\text{Từ } f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow \frac{1}{C} = 4\pi^2.L.f^2 \qquad \frac{1}{C_{nt}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$= 4\pi^2.L.f_{nt}^{\ 2} = 4\pi^2.L.\left(f_1^{\ 2} + f_2^2\right)$$

$$\Rightarrow f_{nt} = \sqrt{f_1^2 + f_2^2} = \sqrt{7,5^2 + 10^2} = 12,5(MHz).$$

Chủ đề 21. Dao động điện từ tắt dần, cưỡng bức – Hiện tượng cộng hưởng

21.4. *Chọn đáp án B.*

21.5. *Chọn đáp án A.*

21.6. *Chọn đáp án* B.

Dao động điện của điện tích của mạch điện xoay chiều được tạo ra do nguồn điện xoay chiều nên là dao động cưỡng bức và được duy trì có biên độ không đổi. Dao động điện từ trong mạch dao động được tạo ra do sự chuyển hoá giữa năng lượng điện trường ở tụ điện và năng lượng từ trường cuộn cảm một cách điều hoà. Do năng lượng không được cung cấp thêm bởi nguồn điện bên ngoài và một phần năng lượng được chuyển hoá thành nội năng nên dao động điện từ là dao động tắt dần và có biên độ giảm dần.

21.7. *Chọn đáp án* C.

21.8. *Chọn đáp án* B.

21.9. *Chọn đáp án* A.

21.10. *Chọn đáp án* D.

21.11 *Chọn đáp án* B.

21.12. *Chọn đáp án* A

$\Phi = \Phi_0.\cos\omega t$ (với $\Phi_0 = 0,75$ Wb và $\omega = 2\pi n = 2\pi 20 = 40\pi$ vòng/s)

$$\text{vì } e = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{d}{dt}(\Phi_0\cos\omega t) \Rightarrow e = \Phi_0\omega.\sin\omega t = 94,25.\sin 40\pi t\ (V).$$

21.13. *Chọn đáp án* A.

Khi cộng hưởng: $Z_L = Z_C \Rightarrow \omega L = \dfrac{1}{\omega C} \Rightarrow CL\omega^2 = 1 = LC4\pi^2 f^2$.

$$\Rightarrow f = \frac{1}{\sqrt{4\pi^2 LC}} = 50\text{ Hz}.$$

21.14. *Chọn đáp án* D.

Khi cộng hưởng: $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = R \Rightarrow I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{U}{R} = \dfrac{120}{100} = 1,2\text{ (A)}$

Chủ đề 22. Điện từ trường – Sóng điện từ

22.4. *Chọn đáp án D.*

22.5. *Chọn đáp án* A.

Mạch dao động LC có dao động điện từ với tần số riêng $f = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. Máy phát dao động điều hoà có nhiệm vụ duy trì biên độ và tần số của dao động này.

22.6. *Chọn đáp án* B.

22.7. *Chọn đáp án* C.

22.8. *Chọn đáp án* A.

22.9. *Chọn đáp án* A.

22.10. *Chọn đáp án* A.

22.11. *Chọn đáp án* D.

22.12. *Chọn đáp án* A.

Để mạch có thể thu được các sóng dài, tức các sóng có tần số lớn hơn trước đó, đòi hỏi phải giảm điện dung C hoặc độ tự cảm L. Nếu đưa thêm cuộn cảm phụ vào mạch thì sẽ làm tăng độ tự cảm của mạch, trái lại có thể giảm C bằng cách nối tiếp vào tụ có sẵn thêm một tụ điện phụ C', lúc này: $C_{\text{hệ}} = \dfrac{CC'}{C + C'} < C$ ban đầu.

22.13. *Chọn đáp án* A.

Từ công thức tính tần số mạch dao động:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow C = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{10^{-4}.4.10^{14}} = 25.10^{-12}\text{F}.$$

Mặt khác: $\dfrac{1}{2}LI_0^2 = \dfrac{Q_0^2}{2C} \Rightarrow Q_0 = I_0\sqrt{LC} = \dfrac{I_0}{\omega} = 2.10^{-9}\text{C}$

$$\Rightarrow U_0 = \frac{Q_0}{C} = \frac{2.10^{-9}}{25.10^{-12}} = 80\text{V}.$$

Vậy biểu thức hiệu điện thế ở hai đầu bản cực của tụ có dạng:

$u = 80\sin(2.10^7 t)$ (V).

22.14. *Chọn đáp án* C.

Khi mắc C_1 và C_2 song song với L thì $f = 1/2\pi\sqrt{L(C_1 + C_2)}$.

Khi mắc C_1 và C_2 nối tiếp với L thì $f' = 1/2\pi\sqrt{L(1/C_1 + 1/C_2)}$

Khi mắc riêng C_1 với L thì $f_1 = 1/2\pi\sqrt{LC_1}$

Khi mắc riêng C_2 với L thì $f_2 = 1/2\pi\sqrt{LC_2} \Rightarrow f_1^2 + f_2^2 = f^2 = 50^2$

và $1/f_1^2 + 1/f_2^2 = 1/f'^2 \Rightarrow f_1^2\ f_2^2/(f_1^2 + f_2^2) = f'^2 = 24^2$

$f_1^2\ f_2^2/50 = 24^2 \Rightarrow f_1^2\ f_2^2 = 24^2.50^2 = 1200^2$

$(f_1^2 + f_2^2)^2 = 50^2 - 2.1200 = 4900 \Rightarrow f_1 + f_2 = 70$

$(f_1 - f_2)^2 = 50^2 - 2.1200 = 100 \Rightarrow f_1 - f_2 = 10$

Vậy $\Rightarrow f_1 = 40kHz$ và $f_2 = 30kHz$.

22.15. *Chọn đáp án* B.

10 bản tụ điện mắc xen kẽ nhau tạo thành bộ tụ điện gồm 9 tụ mắc song song nên có điện dung là: $C = 9.\varepsilon S/k.4\pi d = 50.10^{-12}\ F = 50pF$

$\lambda = c.T = 3,14.10^8 2\pi.(5.10^{-3}.50.10^{-12})^{1/2} = 942m.$

Chủ đề 23. Sự phát và thu sóng điện từ

23.6. *Chọn đáp án* A.

23.7. *Chọn đáp án* B.

23.8. *Chọn đáp án* B.

23.9. *Chọn đáp án* C.

23.10. *Chọn đáp án* A.

23.11. *Chọn đáp án* A.

Từ biểu thức $\lambda = c.T = c.\ 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow \dfrac{\lambda}{c} = 2\pi\sqrt{LC}$

23.12. *Chọn đáp án* C.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow L = \frac{1}{4\pi^2.C.f^2} = 0,5(H).$$

23.13. *Chọn đáp án* D.

$$i = 0,01\ \cos\ (100\pi t)\ (A) \Rightarrow \omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{100\pi}{2\pi} = 50(Hz)$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2.C.f^2} = \frac{1}{4.10.2500.0,2} = 5.10^{-5}\ (F)$$

23.14. *Chọn đáp án* D.

Công suất P cung cấp cho mạch phải đủ để bù lại công suất hao phí do toả nhiệt trên điện trở thuần:

$$P = R.I^2 = \frac{RI_0^2}{2} = \frac{R}{2}.\frac{C}{L}.U_0^2 \text{ vì } \frac{LI_0^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow P = \frac{RCU_0^2}{2L} = 137.10^{-6}\,(W) = 137\,\mu W$$

23.15. *Chọn đáp án* A

23.16. *Chọn đáp án* B.

Ta có: $\lambda = c.T = \frac{c}{f} = \frac{3.10^8}{100.10^6} = 3\,(m)$.

23.17. *Chọn đáp án* D.

$\lambda_1 = c.2\pi.\sqrt{LC_1} = 3.10^8.2\pi.\sqrt{5.10^{-6}.10.10^{-12}} = 13,3\,(m)$

$\lambda_2 = c.2\pi.\sqrt{LC_2} = 3.10^8.2\pi.\sqrt{5.10^{-6}.250.10^{-12}} = 66,6\,(m)$.

23.18. *Chọn đáp án* B.

Dùng công thức: $\lambda = c.2\pi.\sqrt{LC} = 30\,(m)$.

23.19. *Chọn đáp án* C.

$\lambda_{min} = c.2\pi.\sqrt{L_{min}C_{min}} = 3.10^8.2\pi.\sqrt{4,5.10^{-6}.8.10^{-12}} = 11,3\,(m)$

$\lambda_{max} = c.2\pi.\sqrt{L_{max}C_{max}} = 3.10^8.2\pi.\sqrt{20.10^{-6}.480.10^{-12}} = 184,7\,(m)$.

23.20. *Chọn đáp án* A

Từ $I = \frac{U_C}{Z_C}$ với $U_C = \frac{U_{OC}}{\sqrt{2}}$ và $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{C\frac{1}{\sqrt{LC}}} = \sqrt{\frac{L}{C}} \Rightarrow I = U_C\sqrt{\frac{L}{C}}$.

23.21. *Chọn đáp án* D

Điện dung tụ phẳng: $C_0 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$ với $\begin{cases} \varepsilon = 11 \\ \varepsilon_0 = \frac{1}{36.10^9\pi} \\ S = 800cm^2 = 8.10^{-2}m^2 \\ d = 1cm = 10^{-2}m \end{cases}$

Khi cộng hưởng: $f = f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_0}} \Rightarrow \frac{c}{\lambda} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_0}} \Leftrightarrow \lambda = c.2\pi\sqrt{LC_0}$.

23.22. *Chọn đáp án* B

Từ công thức: $\lambda = \frac{c}{f}$ (với $c = 3.10^8 m/s$).

Ứng với f_1 ta có λ_1 và ứng với f_2 ta có λ_2, thay số vào ta có kết quả B

23.23. *Chọn đáp án* C.

Ta có $T_1 = 2\pi\sqrt{LC_1} \Rightarrow \lambda_1 = c.T_1 = c.2\pi\sqrt{LC_1}$. Với $C_2 = 81C_1$, ta có:

$\lambda_2 = c.T_2 = c.\ 2\pi\sqrt{LC_2} = c.\ 2\pi\sqrt{L81C_1} = 9.\ c.\ 2\pi\sqrt{LC_1} \Rightarrow \lambda_2 = 9\ \lambda_1$.

23.24. *Chọn đáp án* B.

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{cT_2}{cT_1} \Leftrightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} = \sqrt{\frac{d_1}{d_2}} \text{ hay: } \frac{d_1}{d_2} = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^2 = 400$$

Vậy khoảng cách giữa các bản tụ thay đổi 400 lần.

23.25. *Chọn đáp án* A.

Diện tích phủ sóng: $S = \pi R^2$ với $2R = 1000km = 10^6m$

$\Rightarrow S = 0{,}785.10^{12}m^2$. Năng lượng sóng điện từ mà vùng phủ sóng nhận được trong mỗi giây: $W = S.I$ với $I = 1{,}1.10^{-9}W/m^2$

$\Rightarrow W = 0{,}86.10^3J = 860W$.

23.26. *Chọn đáp án* A

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.10^8}{\frac{10}{3}} = 9.10^7 = 90.\ 10^6\ (Hz) = 90\ MHz.$$

23.27. *Chọn đáp án* A.

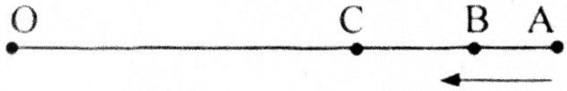
Từ biểu thức cường độ dòng điện tức thời i(t) suy ra tần số dao động điện từ trong khung: $\omega = 2500rad/s$

với $\omega^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{1}{2500^2.750.10^{-9}} = 213.10^{-3}\ H = 213mH$.

23.28. *Chọn đáp án* B.

Giả sử ăngten rađa đặt tại điểm O, phát sóng điện từ đến một máy bay đang bay về phía rađa (theo hướng AO). Lần thứ nhất rađa phát sóng, sóng bắt đầu phản xạ từ máy bay ở vị trí A, do đó thời gian sóng điện từ lan truyền từ O đến A là: $t_{OA} = \frac{120}{2} = 60\mu s$ và $OA = c.t_{OA} = 3.10^8.60.10^{-6} = 18.000\ (m) = 18km$.

Theo đề bài, $t_{OC} = \frac{117}{2}\mu s = 58{,}5\mu s$



$\Rightarrow BC = 58{,}5.10^{-6}.v$ và $OC = c.t_{OC}$

$= 3.10^8.58{,}5.10^{-6}.v = 17550m$.

Vì $v << c$ nên $BC << OC$, và $OA = OC + BC + AB \approx OC + AB$

$\rightarrow AB = OA - OC = 450m = 2v \rightarrow v = \frac{450}{2} = 225m/s = 810km/h$.

23.29. a. *Chọn đáp án* A

Bước sóng điện từ mà mạch thu được:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2\pi c}{\omega} = 2\pi C\sqrt{LC} = 60\pi\sqrt{8} \approx 533\ (m).(*)$$

b. *Chọn đáp án* A

Từ (*) ta có: $C_b = \dfrac{\lambda^2}{4\pi^2c^2L}$ (1).

Để mạch bắt được sóng có λ thoả mãn: $60m \le \lambda \le 120m$ thì C_v phải nối tiếp với C vì $C_b < C$, với $C_v = \dfrac{C.C_b}{C - C_b}$ (2). Từ (1) và (2) ta có:

+ khi $\lambda_1 = 60m$,

$C_{b1} = 0{,}25nF \Rightarrow C_{v1} = 0{,}253nF$.

+ khi $\lambda_2 = 120m$, $C_{b2} = 1nF \Rightarrow C_{v2} = 1{,}053nF$

$$\Rightarrow\ 0{,}253nF \le C_v \le 1{,}053nF.$$

23.30. a. *Chọn đáp án* C.

Dùng công thức tính bước sóng:

$\lambda = \dfrac{c}{f} = \dfrac{2\pi c}{\omega} = 2\pi c\ \sqrt{LC}$. Theo đề bài ta có:

$\lambda_1 = 2\pi c\ \sqrt{L(C_0 + C_1)} = 10m;$ (với $C_1 = 10$ pF)

$\lambda_2 = 2\pi c\ \sqrt{L(C_0 + C_2)} = 30m;$ (với $C_2 = 250$ pF).

$$\Rightarrow \frac{C_0 + 10}{C_0 + 250} = \frac{\lambda_1^2}{\lambda_2^2} = \left(\frac{10}{30}\right)^2 = \frac{1}{9} \rightarrow C_0 = 20\ pF.$$

Từ đó: $L = \dfrac{\lambda_1^2}{4\pi^2c^2\left(C + C_0\right)} = 9{,}4.10^{-7}$ (H).

b. *Chọn đáp án* C.

Kí hiệu φ là góc xoay của bản tụ, điện dung tương ứng của tụ điện, theo đề bài: $C_X = C_1 + k\varphi$ (pF), khi $\varphi = 0^0$, $C_X = C_1 = 10pF$;

Khi $\varphi = 120^0$, $C_X = 10 + k.120 = 250pF \rightarrow k = 2pF/độ$.

Như vậy: $C_X = 10 + 2\varphi$ (pF) với $\lambda_3 = 20m = 2\pi c\ \sqrt{L(C_0 + C_3)}$.

Từ đó: $\dfrac{C_0 + C_1}{C_0 + C_3} = \dfrac{\lambda_1^2}{\lambda_3^2} = \dfrac{1}{4} \rightarrow C_3 = 100\ pF \Rightarrow \varphi = 45^0$.

23.31. *Chọn đáp án* D

Khi trong mạch có cộng hưởng: Z = R

$$\Rightarrow\ I = \frac{e}{Z} = 10^{-3}A = 1mA \Rightarrow I_0 = I\sqrt{2} = \sqrt{2}\ mA.$$

CHƯƠNG VI

Chủ đề 24. Sự tán sắc ánh sáng

24.5. *Chọn đáp án C.*

24.6. *Chọn đáp án D.*

24.7. *Chọn đáp án* B.

24.8. *Chọn đáp án* C.

24.9. *Chọn đáp án* A.

Ánh sáng trắng gồm vô số ánh sáng đơn sắc, mỗi sóng ánh sáng đơn sắc có một tần số xác định. Khi truyền qua thuỷ tinh, ánh sáng đỏ có tần số nhỏ hơn tần số của ánh sáng tím nên lệch đi ít hơn so với ánh sáng tím.

24.10. *Chọn đáp án* C.

24.11. *Chọn đáp án* D.

24.12. *Chọn đáp án* B.

24.13. *Chọn đáp án* C.

24.14. *Chọn đáp án D.*

24.15. *Chọn đáp án* D.

Mỗi ánh sáng đơn sắc trong ánh sáng trắng sau khi phản xạ ở mặt trên và mặt dưới của màng dầu giao thoa với nhau tạo ra những vân màu đơn sắc, cho ta rất nhiều màu khác nhau.

24.16. *Chọn đáp án D.*

Chủ đề 25. Hiện tượng giao thoa của ánh sáng đơn sắc

25.5. *Chọn đáp án A.*

Ta có $i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ia}{D} = 0,5.10^{-6}\text{m} = 0,5\mu\text{m}$.

25.6. *Chọn đáp án* D.

Phát biểu D tương đương với phát biểu: hai sóng ánh sáng giao thoa nhau khi chúng có cùng tần số và ngược pha nhau (hiệu pha = π).

25.7. *Chọn đáp án* B.

25.8. *Chọn đáp án* D.

25.9. *Chọn đáp án* D.

25.10. *Chọn đáp án* B.

25.11. *Chọn đáp án* C.

25.12. *Chọn đáp án* B.

25.13. *Chọn đáp án* D.

25.14. *Chọn đáp án* D.

25.15. *Chọn đáp án* A.

25.16. *Chọn đáp án* A.

25.17. *Chọn đáp án* D.

25.18. *Chọn đáp án* D.

25.19. *Chọn đáp án* A.

Theo đề bài: $5i = 1,5cm \Rightarrow i = 0,3cm$.

Mặt khác: $i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ia}{D} = 0,6\mu m$.

25.20. *Chọn đáp án* A.

Nếu tại A có vân tối thì : $OA = x_M = (2k+1)\,\frac{\lambda D}{2d} = (2k+1)\frac{\lambda.2.10^6}{2.10^3}$

$$\Rightarrow 7,2.10^3 = (2k+1)\,10^3 \Rightarrow \lambda = \frac{7,2}{2k+1}\,\mu m$$

Do ánh sáng ở thí nghiệm có bước sóng nằm trong khoảng 0,45 µm → 0,75 µm, nên ta có điều kiện: $4,3 < k < 7,5 \Rightarrow k = 5, 6, 7$.

Vậy tại M có 3 vân tối.

25.21. *Chọn đáp án* D

Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} = 1mm$. Khi mở rộng khe S thì khe này coi như tập hợp nhiều khe S' nằm ở 2 bên của khe hẹp ban đầu. Xét khe S' ở cách S một khoảng b, vân trung tâm của hệ vân tạo bởi S' dịch chuyển ngược chiều một đoạn x theo hệ thức $x = \frac{b.D}{L}$. Khi vân trung tâm của hệ này chồng lên vân tối bậc 0 của hệ vân do khe S ban đầu gây ra thì hệ vân giao thoa biến mất, khi đó:

$$x = \frac{i}{2} = \frac{b.D}{L} \Rightarrow b = \frac{i.L}{2D} = \frac{10^{-3}.0,5}{2.1} = 0,25mm$$

Khe S phải mở rộng về hai phía nên có bề rộng là: $2b = 2.0,25 = 0,5mm$.

25.22. *Chọn đáp án* D

Hiệu đường đi S_2M và S_1M là $\Delta = d_2 - d_1$

Với D rất lớn so với a, ta có: $\frac{x}{D} = \frac{(d_2 - d_1)}{a} = \frac{\Delta}{a} \Rightarrow \Delta = \frac{a.x}{D}$

25.23. *Chọn đáp án* C

Toạ độ của vân sáng được tính:

$$x = \frac{(k).\lambda D}{a} = \frac{(k).\left(\frac{c}{f}\right).D}{a} = \frac{(k).c.D}{a.f} = 0,5.10^{-3}(k).$$

Với k = 1 thì $x_1 = 0,5.10^{-3}m$.

Với k = 5 thì $x_5 = 2,5.10^{-3}$m

Vậy khoảng cách giữa vân sáng bậc 1 và bậc 5 là: $x_5 - x_1 = 2,0$mm.

25.24. *Chọn đáp án* A

Giữa 16 vân sáng có 15 khoảng vân. Bề rộng của 1 khoảng vân là

$$i = \frac{4,5}{15} = 0,3\text{mm}.$$

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{(c/f)D}{a} = \frac{c.D}{a.f} \Rightarrow a = \frac{c.D}{i.f} = 1.10^{-3}\ .\ a = 1.10^{-3}\text{m} = 1\text{mm}.$$

Chủ đề 26. Hiện tượng giao thoa của ánh sáng có bước sóng khác nhau

26.4. a. *Chọn đáp án A*

Ta có $i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ia}{D} = 0,5.10^{-6}\text{m} = 0,5\mu\text{m}$.

b. *Chọn đáp án A*

Toạ độ vân tím bậc 5: $x_S = \frac{k\lambda D}{a} = \frac{5.0,4.10^{-6}.1,6}{0,8.10^{-3}} = 4.10^{-3}\text{m} = 4\text{mm}$.

c. *Chọn đáp án A*

Các bức xạ có vân sáng trùng vân tím bậc 5 có bước sóng:

$$\lambda = \frac{x_S a}{kD} = \frac{4.10^{-3}.0.8.10^{-3}}{k.1,6} = \frac{2}{k}.10^{-6}(\text{m}) = \frac{2}{k}(\mu\text{m}) \qquad (*)$$

Vì: $0,4\mu\text{m} < \lambda < 0,75\mu\text{m} \Rightarrow 0,4 < 2/k < 0,75 \Rightarrow 2,67 < k < 5$.

Vậy k nhận các giá trị 3, 4. Thay các giá trị trên của k vào (*), ta được:

$$\lambda_3 = \frac{2}{3}(\mu\text{m}) \approx 0,67(\mu\text{m}) \text{ và } \lambda_4 = \frac{2}{4}(\mu\text{m}) \approx 0,5(\mu\text{m}).$$

26.5. *Chọn đáp án* A

26.6. *Chọn đáp án* B.

Từ công thức : $x - k\frac{\lambda D}{d} = ki \Rightarrow k = \frac{x}{i} = 5 \Rightarrow$ tại M có vân sáng bậc 5.

Xét tương tự tại N $\Rightarrow$ k = 11 $\Rightarrow$ tại N xuất hiện vân tối $\Rightarrow$ vân sáng gần N nhất là vân sáng bậc 11. Vậy trong khoảng cách MN có các vân sáng bậc 6, 7, 8, 9, 10 và 11 $\Rightarrow$ tổng cộng có 6 vân sáng.

26.7. *Chọn đáp án* A

Khoảng vân: Vì trong khoảng giữa 10 vân sáng chỉ có 9 khoảng vân:

$\Rightarrow$ i = 0,48mm.

Khoảng cách giữa S và ảnh S' qua gương là: a = SS' = 2.1mm = 2mm.

$$\Rightarrow \lambda = \frac{ia}{D} = \frac{0,48.10^{-3}.2.10^{-3}}{1,85} = 0,5189\mu m.$$

26.8. *Chọn đáp án* A

Góc lệch đối với tia đỏ và tia tím: $D_d = (n_d - 1)A$ và $D_t = (n_t - 1)A$

Góc giữa hai tia ló màu đỏ và màu tím:

$\alpha = (D_t - D_d) = (n_t - 1)A - (n_d - 1)A = (n_t - n_d)A$. Vì ,$\alpha$, D_t và D_d rất nhỏ nên:

$$ĐT = d\alpha_{rad} = 2,2(1,52 - 1,48)5^0 \frac{\pi}{180^0} = 7,68mm$$

26.9. *Chọn đáp án* A.

Khoảng vân: $i = \frac{3,6}{9-1} = 0,45mm$.

Từ công thức: $i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ia}{D} = 0,6\mu m$.

26.10. a. *Chọn đáp án* A

Theo đề bài: $5i = 1,5cm \Rightarrow i = 0,3cm$

Mặt khác: $i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ia}{D} = 0,6\mu m$.

b. *Chọn đáp án* A

Xét hiệu đường đi: $\Delta d = SS_2M - SS_1M = \left(d_2 - d_1\right) + \left(d_2 - d_1\right) = \frac{ay}{l} - \frac{ax}{D}$

Đối với vân trung tâm ta có: $k = 0 \Rightarrow \Delta d = 0$

$$\Rightarrow \frac{ay}{l} + \frac{x_0}{D} = 0 \Rightarrow x_0 = -\frac{D}{l}y = -3,15cm.$$

Như vậy vân trung tâm dịch chuyển 3,15cm ngược chiều với nguồn S.

26.11.a. *Chọn đáp án* A.

Khoảng cách dự kiến a’ của hai khe:

$$a' = \frac{\lambda D}{i} = 0,885mm.$$

b. *Chọn đáp án* A.

khoảng cách đúng a của hai khe:

$$a = \frac{0,59.0,6.6}{2,1} \approx 1mm.$$

26.12. *Chọn đáp án* B.

Gọi D là khoảng cách từ màn quang hai khe F_1, F_2 đến mặt phẳng tiêu vật của kính lúp, ở vị trí thứ nhất, và D + 30 là khoảng cách ở vị trí thứ hai. Ta có hai phương trình:

$$i = \frac{2,4}{16} = \frac{\lambda D}{a} = \frac{\lambda D}{1,8} \qquad (1)$$

$$i' = \frac{2,88}{12} = \frac{\lambda(D+30)}{1,8} \qquad (2)$$

Giải ra ta được: D = 50cm và $\lambda = 0,54\mu m$.

26.13. *a. Chọn đáp án* C.

$$D = L - d = 0,8m. \; i = \frac{4,3}{5} = 0,86mm.$$

Bước sóng của ánh sáng: $\lambda = \dfrac{ia}{D} = 0,645\mu m$.

b. *Chọn đáp án* C.

Khoảng dịch chuyển của hệ vân: $OO' = y\dfrac{D}{d} = 3,2mm$.

26.14. *a. Chọn đáp án* A.

Với bức xạ đỏ, $\lambda_1 = 0,66\mu m$ và $i_1 = \dfrac{\lambda_1 D}{a} = 0,396mm$.

Với bức xạ lục, $\lambda_2 = 0,55\mu m$ và $i_2 = \dfrac{\lambda_2 D}{a} = 0,33mm$.

b. *Chọn đáp án* A.

Vân chính giữa ứng với k = 0 là chung cho cả hai bức xạ có màu vàng - da cam. Vân đầu tiên cùng màu với vân này ở tại điểm A cách tâm O của vân chính giữa một khoảng x = OA sao cho: $x = k_1i_1 = k_2i_2$ hay $0,396k_1 = 0,33k_2$. Với k_1, k_2 là hai số nguyên, ta có $6k_1 = 5k_2$.
Vậy giá trị nhỏ nhất của k_1 là 5 và của k_2, tức là:
$\Rightarrow OA = 0,396.5 = 1,98mm$.

26.15. *a. Chọn đáp án* C.

Khi quan sát vân bằng kính lúp thì ta trông thấy ảnh của hệ vân nằm trên mặt phẳng tiêu của kính lúp và ảnh đó ở xa vô cùng, vậy:

$$\alpha \approx tg\alpha = \frac{i}{f} \text{ với } i = \frac{2,1}{14} mm; \; f = 40mm \Rightarrow \alpha = 12,5'.$$

b. *Chọn đáp án* C.

Khoảng cách từ hai khe tới mặt phẳng của các vân: D = L − f = 0,36m. Vậy bước sóng của bức xạ là:

$$\lambda = \frac{ia}{D} = 0{,}5\mu m.$$

c. *Chọn đáp án* C.

Trong môi trường chiết suất n, vận tốc ánh sáng giảm n lần nhưng tần số không đổi, do đó bước sóng và khoảng vân i giảm n lần, ta có:

$\lambda' = \frac{\lambda}{n} = 0{,}375\mu m$ và khoảng cách trên thành $d = \frac{2,1.3}{4} = 1{,}575mm.$

Chủ đề 27. Máy quang phổ – Các loại quang phổ

27.4. *Chọn đáp án A.*

27.5. *Chọn đáp án D.*

27.6. *Chọn đáp án* A.

27.7. *Chọn đáp án* A.

Áp dụng công thức: $\frac{1}{f_v} = (n_v - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$

Do $R_1 = R_2 = R$, nên $\frac{1}{f_v} = \frac{2(n_v - 1)}{R} \Rightarrow R = 2f_v(n_v - 1) = 10cm.$

27.8. *Chọn đáp án* B.

Áp dụng: $f = \frac{R}{2(n_v - 1)}$, với ánh sáng đỏ: $f_d = \frac{R}{2(n_d - 1)}$

và với ánh sáng tím : $f_t = \frac{R}{2(n_t - 1)}$

Do đó khoảng cách giữa hai tiêu điểm của thấu kính đối với hai ánh sáng trên sẽ là : $\Delta f = f_d - f_t = \frac{R}{2}\left(\frac{1}{n_d - 1} - \frac{1}{n_t - 1}\right) = 2{,}971mm.$

27.9. *Chọn đáp án* C.

27.10. *Chọn đáp án* C.

27.11. *Chọn đáp án* A.

27.12. *Chọn đáp án* B.

27.13. *Chọn đáp án* D.

27.14. *Chọn đáp án* A.

27.15. *Chọn đáp án* A

27.16. *Chọn đáp án* A.

27.17. *Chọn đáp án* C.

27.18. *Chọn đáp án* D.

27.19. *Chọn đáp án* B.

Chủ đề 28. tia hồng ngoại – tia tử ngoại

28.5. *Chọn đáp án* D.

28.6. *Chọn đáp án* B.

28.7. *Chọn đáp án* D.

28.8. *Chọn đáp án* D.

28.9. *Chọn đáp án* D.

28.10. *Chọn đáp án* D.

28.11. *Chọn đáp án* A.

28.12. *Chọn đáp án* B.

28.13. *Chọn đáp án* A.

28.14. *Chọn đáp án* C.

28.15. *Chọn đáp án* A.

28.16. *Chọn đáp án* B.

Chủ đề 29. Tia Rơnghen

29.6. *Chọn đáp án* C.

29.7. *Chọn đáp án* C.

29.8. *Chọn đáp án* A.

29.9. *Chọn đáp án* C.

29.10. *Chọn đáp án* C.

29.11. *Chọn đáp án* C.

29.12. *Chọn đáp án* C.

29.13. *Chọn đáp án* B.

29.14. *Chọn đáp án* A.

29.15. *Chọn đáp án* D.

29.16. *Chọn đáp án* D.

29.17. *Chọn đáp án* B.

29.18. *Chọn đáp án* B.

29.19. *Chọn đáp án* A.

29.20. *Chọn đáp án* D.

CHƯƠNG VII

Chủ đề 30. Hiện tượng quang điện ngoài – Các định luật quang điện

30.4. *Chọn đáp án* B.

30.5. *Chọn đáp án* A.

30.6. *Chọn đáp án* B.

30.7. *Chọn đáp án* B.

30.8. *Chọn đáp án* C.

30.9. *Chọn đáp án* B.

30.10. *Chọn đáp án* A.

30.11. *Chọn đáp án* C.

30.12. *Chọn đáp án* D.

30.13. *Chọn đáp án* A.

Giới hạn quang điện của vônfram được tính theo công thức:

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{7,2.10^{-19}} = 0,276\mu m.$$

30.14. *Chọn đáp án* D.

Theo công thức Anhxtanh: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_{max}^2}{2} \Rightarrow W_{dmax} = \frac{hc}{\lambda} - A = 3,8.10^{-19}J.$

30.15. *Chọn đáp án* A.

Từ công thức $W_{d\,max} = \frac{mv_{max}^2}{2} \Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{2W_{dmax}}{m}} = 2,92.10^5$ m/s.

30.16. *Chọn đáp án* D.

Khi dòng quang điện triệt tiêu hoàn toàn thì công của điện trường hãm có giá trị bằng động năng ban đầu cực đại êlectrôn quang điện, ta có

$$|e|U_h = W_{d\,max} \Rightarrow U_h = \frac{W_{dmax}}{|e|} = 2,41V.$$

30.17. *Chọn đáp án* D.

$$\frac{mv_0^2}{2} = eU_h \rightarrow v_o = \sqrt{\frac{2eU_h}{m}} = 2,05.10^6 \text{ m/s}.$$

30.18. *Chọn đáp án* B.

$I = Ne \Rightarrow N = I/e = 5.10^{13}$ (hạt)

30.19. *Chọn đáp án* A.

$$\frac{hc}{\lambda} = A + eU_h \Rightarrow A = \frac{hc}{\lambda} - eU_h = 1,907.10^{-19}J$$

30.20. *Chọn đáp án* B.

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} \rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{A} = 0,66\ \mu m.$$

30.21. *Chọn đáp án* B.

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + W_{d\max} \rightarrow W_{d\max} = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right) = \frac{hc(\lambda_0 - \lambda)}{\lambda\lambda_0} = 3,97.10^{-19}J.$$

30.22. *Chọn đáp án* A.

Chủ đề 31. Thuyết lượng tử ánh sáng – Thuyết phôtôn

31.5. *Chọn đáp án B.*

31.6. *Chọn đáp án* D.

Sự hình thành dòng điện dịch là do sự biến thiên theo thời gian của điện trường, hoàn toàn không liên quan đến tính chất lượng tử của ánh sáng.

31.7. *Chọn đáp án* A.

Từ công thức $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_{max}^2}{2} \Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{2}{m}\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right)}$.

31.8. *Chọn đáp án* C.

Theo định nghĩa ta có $n = \frac{c}{v}$, trong đó v là vận tốc ánh sáng trong môi trường, ở đây: $v = \lambda f \Rightarrow n = \frac{c}{\lambda f}$.

31.9. *Chọn đáp án* A.

Giới hạn quang điện: $\lambda_0 = hc/A = 0,241\mu m$

Bước sóng ánh sáng tới: $\lambda = c/f = 0,300\mu m$

Vì $\lambda > \lambda_0 \Rightarrow$ không xảy ra hiện tượng quang điện.

31.10. *Chọn đáp án* A.

Áp dụng công thức Anhxtanh:

$$hc/\lambda = A + 1/2(mv^2_{0max}) \Rightarrow v_{0max} = 6,11.10^5 m/s$$

31.11. a. *Chọn đáp án* D.

Số phôtôn mà catốt nhận được trong 1s:

$$n_\lambda = P/\varepsilon = 3,02.10^{15}hạt$$

b. *Chọn đáp án* D.

Vì cường độ dòng quang điện bão hoà nên:

$n_e = I/e = 2,81.10^{13}$ hạt

c. *Chọn đáp án* D

Hiệu suất lượng tử: $H = n_e/n_\lambda = 0,0093 = 0,93\%$.

Chủ đề 32. Hiện tượng quang điện trong (quang dẫn, quang trở, pin quang điện)

32.4. *Chọn đáp án* C

Hiện tượng tán sắc thể hiện tính chất sóng chứ không thể hiện tính chất hạt của ánh sáng. Mỗi ánh sáng đơn sắc có bước sóng xác định, khi qua lăng kính có chiết suất n thay đổi theo bước sóng thì mỗi ánh sáng đơn sắc trong chùm ánh sáng trắng bị lệch đi khác nhau và gây ra hiện tượng tán sắc.

32.5. *Chọn đáp án C.*

32.6. *Chọn đáp án B.*

32.7. *Chọn đáp án* C.

Nguyên tắc hoạt động của quang trở là dựa vào hiện tượng quang dẫn. Đó là hiện tượng điện trở của bán dẫn giảm mạnh khi chúng bị chiếu sáng.

32.8. *Chọn đáp án* D.

Đây là câu sai, hiện tượng điện trở của chất bán dẫn giảm mạnh khi được chiếu sáng thích hợp gọi là hiện tượng quang dẫn. Bước sóng ngắn nhất của ánh sáng có thể gây ra hiện tượng quang dẫn ở một chất gọi là giới hạn quang dẫn của chất đó.

32.9. *Chọn đáp án* A.

Công thoát êlectrôn của kim loại dùng làm catôt là:

Áp dụng công thức: $\frac{h.c}{\lambda_0} = A$

$\Rightarrow A = 3,61.10^{-19}J$.

32.10. *Chọn đáp án* B.

Động năng tối thiểu của êlectrôn khi đến catôt là: $\frac{m.v^2}{2} = e.U$

Khi đập vào catốt một phần động năng này chuyển thành năng lượng của phôtôn tia X: $\varepsilon_x = \frac{h.c}{\lambda_X} \le eU \Rightarrow \lambda_x \ge \frac{hc}{eU}$.

Vậy bước sóng nhỏ nhất của tia X phát ra là:

$$\lambda_{MIN} = \frac{hc}{eU} = 1,04.10^{-10}\text{m}.$$

32.11. *Chọn đáp án* B.

Sự phát sáng của các tinh thể khi được chiếu sáng bằng ánh sáng có bước sóng thích hợp gọi là sự lân quang. Ánh sáng lân quang còn tồn tại lâu sau khi tắt nguồn ánh sáng kích thích.

32.12. *Chọn đáp án* D.

$p = m.c = \frac{\varepsilon}{c} = \frac{h.f}{c} = \frac{h}{\lambda} = 6,625.10^{-31}$kg.m/s. Đây là kết quả sai

Tính sai khi làm tính chia cho 10^3 đáng lẽ phải là:

$$p = 6,625.10^{(-34-3)} = 6,625.10^{-37}\text{kg.m/s}.$$

32.13. *Chọn đáp án* B.

Hiệu suất của quá trình hấp thụ và phát quang là:

$$H = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = \frac{\left(\frac{h.c}{\lambda'}\right)}{\left(\frac{h.c}{\lambda}\right)} = \frac{\lambda}{\lambda'} = 90\%.$$

32.14. *Chọn đáp án* D.

Chủ đề 33. Mẫu nguyên tử Bo và quang phổ vạch của hyđrô

33.8. *Chọn đáp án* A.

33.9. *Chọn đáp án D.*

33.10. *Chọn đáp án* B.

Vạch H_α và H_β ứng với sự dịch chuyển của êlectron từ quỹ đạo M về L và từ N về L. Ta có: $hf_\alpha = \frac{hc}{\lambda_\alpha} = \varepsilon_M - \varepsilon_L$ và $hf_\beta = \frac{hc}{\lambda_\beta} = \varepsilon_N - \varepsilon_L$. Vạch đầu tiên có bước sóng dài nhất trong dãy Pasen ứng với sự dịch chuyển của êlectron từ quỹ đạo N về M: $hf_1 = \frac{hc}{\lambda_1} = \varepsilon_N - \varepsilon_M = (\varepsilon_N - \varepsilon_L) - (\varepsilon_M - \varepsilon_L)$.

Do đó: $\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_\beta} - \frac{hc}{\lambda_\alpha} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{\lambda_\beta} - \frac{1}{\lambda_\alpha}$.

33.11. *Chọn đáp án* B.

Bán kính quỹ đạo của nguyên tử tỉ lệ với bình phương của các số nguyên liên tiếp nên:

$$r_2 = 2^2 r_o = 4r_o = 2,12.10^{-10}\text{m}.\ r_3 = 3^2 r_o = 9r_o = 4,77.10^{-10}\text{m}$$

33.12. *Chọn đáp án* B.

Lực tác dụng giữa hạt nhân và êlectrôn trong nguyên tử hyđrô là:

$F = \frac{k.e^2}{r^2}$ là lực hướng tâm làm cho êlectrôn quay tròn quanh hạt nhân.

$$\frac{k.e^2}{r^2} = \frac{m.v^2}{r} \Rightarrow v^2 = \frac{e^2.k}{m.r}$$

Với r_2 thì $v_2^{\,2} = 1{,}19.10^{12} \Rightarrow v_2 = 1{,}09.10^6$m/s

Với r_3 thì $v_3^{\,2} = 0{,}533.10^{12} \Rightarrow v_3 = 0{,}730.10^6$m/s.

33.13. *Chọn đáp án* D.

$$\lambda_{p1} = \frac{hc}{E_4 - E_3} = \frac{hc}{(E_4 - E_2) - (E_3 - E_2)} = \frac{hc}{\frac{hc}{\lambda_\beta} - \frac{hc}{\lambda_\alpha}} = \frac{\lambda_\beta \lambda_\alpha}{\lambda_\alpha - \lambda_\beta} = 1{,}8744\ \mu m$$

33.14. *Chọn đáp án* C.

Quỹ đạo dừng M ứng với n = 3: $E_M = -\frac{13{,}6eV}{3^2} = -1{,}51eV$

33.15. *Chọn đáp án* C.

$\frac{hc}{\lambda} = E_x - E_L = E_x - E_2$ và $E_x = \frac{hc}{\lambda} + E_2 = -0{,}85eV = -\frac{13{,}6eV}{4^2} \Rightarrow x = 4$

Đó là quỹ đạo N.

33.16. *Chọn đáp án* D.

33.17. *Chọn đáp án* A.

$$\lambda_{p2} = \frac{hc}{E_5 - E_3} = \frac{hc}{(E_5 - E_2) - (E_3 - E_2)} = \frac{hc}{\frac{hc}{\lambda_\gamma} - \frac{hc}{\lambda_\alpha}} = \frac{\lambda_\gamma \lambda_\alpha}{\lambda_\alpha - \lambda_\gamma}$$

$\Rightarrow \lambda_{p2} = 1{,}2811 \mu m$.

CHƯƠNG VIII

Chủ đề 34. Hệ thức Anhxtanh–Cấu tạo và tính chất của hạt nhân

34.5. *Chọn đáp án* C.

34.6. *Chọn đáp án* A.

34.7. *Chọn đáp án* C.

34.8. *Chọn đáp án* C.

34.9. *Chọn đáp án* D.

34.10. *Chọn đáp án* B.

Ta có: $\frac{r_{Pb}}{r_{Al}} = \sqrt[3]{\frac{207}{27}} \leq \sqrt[3]{8} = 2 \Rightarrow$ Vậy tỉ lệ này gần bằng hai lần.

34.11. *Chọn đáp án* C.

Từ hạt nhân xênon. Các hạt nhân nhẹ và nặng có năng lượng liên kết trung bình cho mỗi nuclôn nhỏ hơn so với các hạt nhân nặng trung bình.

34.12. *Chọn đáp án* C.

Nguyên tử số của nguyên tử $^{209}_{83}$Bi là $Z = 83$. Vậy nó chứa 83 prôton và $A - Z = 209 - 83 = 126$ nơtrôn.

34.13. *Chọn đáp án* D.

34.14. *Chọn đáp án* A.

Trong 15,9949 gam $^{16}_{8}$O có $6{,}023.10^{23}$ nguyên tử. Mỗi hạt nhân nguyên tử của $^{16}_{8}$O có 8 prôtôn.

Vậy số prôtôn trong 15,9949g $^{16}_{8}$O là: $8.6{,}023.10^{23} = 4{,}82.10^{24}$ prôtôn.

34.15. *Chọn đáp án* C.

Đơn vị khối lượng nguyên tử u bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng của đồng vị phổ biến của nguyên tử cacbon $^{12}_{6}$C.

34.16. *Chọn đáp án* D.

Đây là kết quả SAI. Khí CO_2 có $m_{CO_2} = 44{,}009$g

trong đó có $2N_A = 2.6{,}022.10^{23}$ nguyên tử ôxi.

Vậy 1g khí cacbônic có chứa: $\frac{12{,}044.10^{23}}{44{,}009} = 274.10^{20}$ nguyên tử ôxi.

Kết quả tìm được 137.10^{20} là sai do nhầm, trong 44,009g khí cacbônic chỉ có N_A nguyên tử ôxi.

Chủ đề 35. Phản ứng hạt nhân

35.6. *Chọn đáp án* C.

Ta có phản ứng: $^{A}_{Z}X + \frac{1}{0}n \rightarrow \gamma + {}^{A+1}_{Z}Y$ vậy $A \rightarrow A + 1$ và $Z \rightarrow Z$.

35.7. *Chọn đáp án* C.

Phản ứng xảy ra: $\frac{4}{2}He + \frac{9}{4}Be \rightarrow \frac{1}{0}n + {}^{12}_{6}C$.

35.8. *Chọn đáp án* B.

35.9. *Chọn đáp án* D.

35.10. *Chọn đáp án* C.

35.11. *Chọn đáp án* A.

Phương trình phản ứng: $^{10}_{5}B + \frac{1}{0}n \rightarrow {}^{7}_{3}Li + {}^{4}_{2}He \Rightarrow {}^{A}_{Z}X$ chính là $^{7}_{3}Li$.

35.12. *Chọn đáp án* B.

Phản ứng B là không đúng, vì không thoả mãn định luật bảo toàn khối lượng số.

35.13. *Chọn đáp án A.*

Năng lượng liên kết hạt α: $\Delta E_{\alpha} = (2m_p + 2.m_n - m_{\alpha})c^2 = 0,0305uc^2$

$\Delta E_{\alpha} = 0,0305.931 = 28,3955$ MeV

Năng lượng liên kết riêng: $\varepsilon_{\alpha} = \frac{\Delta E_{\alpha}}{A} = \frac{28,3955}{4} = 7,0988MeV$.

35.14. *Chọn đáp án A.*

Phương trình phản ứng: $^{3}_{1}T + {}^{2}_{1}D \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$

Năng lượng toả ra: $\Delta E = (m_T + m_D - m_{\alpha} - m_n)c^2$

$\Delta m_T = (1.m_P + 2.m_n - m_T)$ (1). $\Delta m_D = (1.m_P + m_n - m_D)$ (2)

$\Delta m_{\alpha} = (2 . m_P + 2.m_n - m_{\alpha})$(3). Lấy (3) − (2) −(1)

$\Delta m_{\alpha} - \Delta m_D - \Delta m_T = (m_T + m_D - m_{\alpha} - m_n)$

$\Delta E = (\Delta m_{\alpha} - \Delta m_D - \Delta m_T)c^2 = 0,0194uc^2 = 0,0194.931$ MeV

$\Delta E = 18,0614$ MeV.

35.15. *Chọn đáp án A*

t = 24 ngày = 3.8 = 3T

$\Rightarrow m_1 = m_0 . 2^{-\frac{t}{T}} = m_0 . 2^{-\frac{3T}{T}} = m_0 . 2^{-3} = \frac{m_0}{8} = \frac{200}{8} = 25g.$

35.16. *Chọn đáp án B*

Lượng chất phóng xạ còn lại $\frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^2$ chứng tỏ t = 16 ngày = 2T.

Vậy chu kì bán rã của $^{131}_{53}I$ là T = 8 ngày. $H_0 = \lambda.N_0 . 2^{-\frac{t}{T}} = \lambda . m_0 . \frac{N_A}{A} 2^{-\frac{t}{T}}$

$$H_0 = \frac{0,693}{8.86400}.200.\frac{6,022.10^{23}}{131}.\frac{1}{4} = 2,304.10^{17} \text{ Bq}.$$

35.17. *Chọn đáp án C*

$$N_0 = m_0.\ \frac{N_A}{A} = 200.\ \frac{6,022.10^{23}}{131} = 9,19.10^{23} \text{ nguyên tử.}$$

35.18. *Chọn đáp án D*

$$t = 276 \text{ ngày} = 2.138 \text{ ngày} = 2T$$

$$m_t = 12 \text{ mg} = m_0.\ 2^{\frac{t}{T}} = \frac{m_0}{4} \rightarrow m_0 = 4.12 = 48 \text{ mg.}$$

35.19. *Chọn đáp án C*

$$H_0 = 2Ci = 2.3,7.10^{10}Bq = \lambda.\ m_0.\ \frac{N_A}{A}.$$

$$m_0 = \frac{AH_0}{\lambda N_A} = 2,76.10^{-4} \text{ gam} = 276 \text{ mg.}$$

35.20. *Chọn đáp án B*

$$\left.\begin{array}{l} A = 19 + 1 - 16 = 4 \\ Z = 9 + 1 - 8 = 2 \end{array}\right\} \rightarrow {}^4_2X = {}^4_2He.$$

Chủ đề 36. Năng lượng liên kết của hạt nhân

36.4. *Chọn đáp án* A.

Bán kính nguyên tử tỉ lệ với căn bậc ba của khối lượng số (xem bài dưới). Nói cách khác, thể tích hạt nhân tỉ lệ với khối lượng số A. Trong gần đúng bậc nhất, năng lượng liên kết tỉ lệ với thể tích, tỉ lệ với khối luợng số A. Vậy năng lượng này tăng xấp xỉ 8 lần.

36.5. *Chọn đáp án A*

$$\Delta E = \Delta m.c^2 = (2m_D - m_T - m_P).c^2$$
$$= (2.2,0163 - 3,016 - 1,0073).931 = 3,6 \text{ MeV.}$$

36.6. *Chọn đáp án B*

$$\Delta E = \Delta m.c^2 = (m_P + m_n - m_D).c^2$$
$$\Delta E = (1,0073 + 1,0087 - 2,0136)u.c^2 = 2,23 \text{ MeV.}$$

36.7. *Chọn đáp án* C

Dùng công thức $m_t = m_0 e^{-0,693\frac{t}{T}} = m_0.\ 2^{-\frac{t}{T}}$.

Chú ý rằng 16 năm ≈ 3.5,33 = 3T, ta có:

$$m_{16} = 500.\ 2^{-\frac{16}{5,33}} = 500.2^{-3} = \frac{500}{8} = 62,5g.$$

36.8. *Chọn đáp án* A.

Từ công thức: $m_t = m_0 e^{-0,693.\frac{t}{T}} \Rightarrow t = \dfrac{T}{0,693} \ln \dfrac{m_0}{m_t} = 12,38$ năm.

36.9. *Chọn đáp án* D.

Dùng công thức độ phóng xạ:

$$H_t = H_0.\ e^{-0,693.\frac{t}{T}} = \lambda.N_0.\ e^{-0,693.\frac{t}{T}} = \frac{0,693}{T}.m_0.\ \frac{N_A}{A}.\ e^{-0,693.\frac{t}{T}}$$

Với T = 5,39 năm = 5,39.365.86400 (s)

Thay số vào ta có: $H_t = 5,64$ Bq = 152.10^3Ci = 152 KCi.

36.10. *Chọn đáp án* A.

36.11. *Chọn đáp án* C.

Độ hụt khối của phản ứng:

$$\Delta M = m_{Al} + m_{\alpha} - m_P - m_n$$

$$= (4,0015 + 26,9745 - 29,9701 - 1,0087)u$$

$\Delta M = -\ 0,0028$ u $< 0 \rightarrow$ phản ứng thu năng lượng.

Suy ra: $\Delta E = \Delta M.c^2 = -0,0028\ u.c^2 = -0,0028.931 = -2,61$ MeV

Vậy phản ứng thu vào năng lượng 2,61 MeV.

36.12. *Chọn đáp án* B

Theo hệ quả của thuyết tương đối hẹp về trôi chậm của thời gian thì :

Theo đồng hồ của phi công trên tàu vũ trụ thì một ngày đêm của họ dài: T_o = 24.3600 = 86400s. Theo đồng hồ của người trên Trái Đất thì thời gian là:

$$T = \frac{T_0}{\left(\frac{1 - v^2}{c^2}\right)^{1/2}} \quad (v = 39890\text{km/h} = 1108\text{km/s})$$

$\beta = \dfrac{v}{c} = 3,69.10^{-5}$. Vì v rất nhỏ so với c nên: $T = T_0.\left(1 + \dfrac{\beta^2}{2}\right)$

$T = 86400.[1 + 6,8.10^{-10}] = 86400s + 58,8.10^{-6}s$

(sự sai biệt rất nhỏ cỡ 59.10^{-6}s)

36.13. *Chọn đáp án* A

1g U_{235} chứa $\dfrac{6,022.10^{23}}{235}$ nguyên tử urani.

Mỗi nguyên tử phân hạch toả ra:

200MeV = $3{,}2.10^{-11}$J. Vậy 1g U_{235} toả ra: $Q = \dfrac{6,02.10^{23}.3,2.10^{-11}}{235} = 8{,}2^{10}$J

1kg nhiên liệu toả ra nhiệt lượng $8{,}2.10^{13}$J, trong đó phần chuyển thành điện năng là: $W_{điện} = 8{,}2.10^{13}.\dfrac{20}{100} = 1{,}64.10^{13}$J. Năng lượng điện do nhà máy sản ra trong 365 ngày là: $600.10^{6}.365.24.3600 = 189{,}22.10^{14}$J

Vậy cần có: $m_o = \dfrac{189,22.10^{14}}{1,64.10^{13}} = 1153{,}7$kg U_{235}

Vậy khối lượng nhiên liệu cần: $m = m_0.\dfrac{100}{25} = 4m_0 = 4.1153{,}7 = 4615$kg.

36.14: a. *Chọn đáp án* A

Kí hiệu W_P, W_α, W_X lần lượt là động năng của prôtôn, α và X, áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có:

$$(W_P + m_Pc^2) + m_{Na}c^2 = (m_\alpha c^2 + W_\alpha) + (m_Xc^2 + W_X)$$

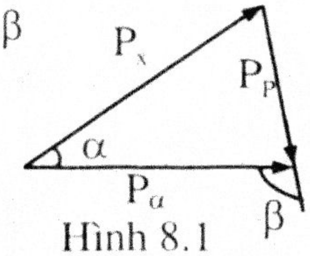
$$\rightarrow W_P + \Delta E = W_\alpha + W_X \rightarrow W_X = (W_P + \Delta E) - W_\alpha = 2{,}56 \text{ MeV}.$$

b: *Chọn đáp án* A

Kí hiệu $\vec{P}_P$, $\vec{P}_\alpha$, $\vec{P}_X$ lần lượt là động năng của prôtôn, α và X, áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có: $\vec{P}_P = \vec{P}_\alpha + \vec{P}_X$

theo (hình vẽ 8.1) ta có: $P_X^2 = P_\alpha^2 + P_P^2 - 2P_\alpha P_P\cos\beta$

$$\rightarrow \cos\beta = \frac{P_\alpha^2 + P_P^2 - P_x^2}{2P_\alpha P_P} \quad (1)$$



Hình 8.1

Mà $W = \dfrac{P^2}{2m} \rightarrow P^2 = 2mW$. Thay vào (1) ta có:

$$\cos\beta = -0{,}866 \rightarrow \beta = 150^0.$$

36.15. a. *Chọn đáp án* A.

Phương trình phản ứng có dạng: ${}_1^1H + {}_{11}^{23}Li \rightarrow {}_Z^AX + {}_Z^AX$

Từ định luật bảo toàn điện tích và số khối ta có, X chính là hạt nhân của He còn được gọi là hạt α.

b. *Chọn đáp án* A.

Tổng khối lượng trươc phản ứng: $M_0 = m_H + m_{Li} = 24{,}192$u

Tổng khối lượng sau phản ứng: $M = 2m_X = 8{,}0030$u

$\Rightarrow \Delta E = (M_0 - M)c^2 = 17{,}22$MeV

Năng lượng này không phụ thuộc gì vào K_p

c. *Chọn đáp án* A.

Số nguyên tử He trong $10cm^3$ là: $N = 0,01/22,4\ N_A$

Số phản ứng xảy ra: $n = N/2 \Rightarrow$ tổng năng lượng toả ra:

$E = n\Delta E = 3,7.10^5 kJ$.

36.16. *Chọn đáp án* D

Phương trình phản ứng: ${}_{2}^{4}\alpha + {}_{13}^{27}Al \rightarrow {}_{15}^{30}P + {}_{0}^{1}n$

Dùng công thức: $\Delta E = \Delta M.c^2 = K_P + K_n - K_{Al} - K_\alpha = 2\ K_P - 3,51$ MeV.

Theo đầu bài: $\Delta E = -4,176.10^{-13}J = -\dfrac{-4,176.10^{-13}}{1,6.10^{-19}} = -2,61$ MeV.

$$\Rightarrow K_P = K_n = \frac{3,51 - 2,61}{2} = 0,45 \text{ MeV}$$

Thế mà: $K = \dfrac{mv^2}{2}$ nên $v = \sqrt{\dfrac{2K}{m}}$ và $1uc^2 = 931,5MeV$

Vậy: $v_P = \sqrt{\dfrac{2K_P}{m_P}} = 1,7.10^6$ m/s và $v_n = \sqrt{\dfrac{2K_n}{m_n}} \approx 9,3.10^6$ m/s.

Chủ đề 37. Hiện tượng phân rã phóng xạ

37.5. *Chọn đáp án* D.

37.6. *Chọn đáp án* A.

37.7. *Chọn đáp án* D.

37.8. *Chọn đáp án* D.

37.9. *Chọn đáp án* C.

37.10. *Chọn đáp án* B.

37.11. *Chọn đáp án* A.

37.12. *Chọn đáp án* C.

37.13. *Chọn đáp án* B.

37.14. *Chọn đáp án* C.

37.15. *Chọn đáp án* D.

37.16. *Chọn đáp án* C.

37.17. *Chọn đáp án* C.

37.18. *Chọn đáp án* C.

37.19. *Chọn đáp án* C.

37.20. *Chọn đáp án* C.

37.21. *Chọn đáp án* C.

Áp dụng công thức $N = N_0\, 2^{-\frac{t}{T}}$ với N_0 là số nguyên tử ban đầu được xác định bởi: $N_0 = \frac{N_A m}{A} = \frac{6,023.10^{23}.1,2}{222} = 3,255.10^{21}$

$\Rightarrow N = N_0\, 2^{-\frac{1,4T}{T}} = 3,255.10^{21}.0,379 = 1,234.10^{21}$.

37.22. *Chọn đáp án* B.

$$H_0 = \lambda N_0 = \frac{N_0}{T}\ln 2 = \frac{3,255.10^{21}}{3,6.24.3600}.0,692 \approx 7,241.10^{15}\,\text{Bq}.$$

37.23. *Chọn đáp án* C.

Vì $m_U = 46,97$mg; $m_{Pb} = 2,135$mg, tỉ lệ giữa số nguyên tử ^{238}U và ^{206}Pb là

Ta có: $N_U = N_A.\ \frac{m_U}{238}$ và $N_{Pb} = N_A.\ \frac{m_{Pb}}{206}$.

Vậy $\Rightarrow \frac{N_U}{N_{Pb}} = \frac{m_U}{m_{Pb}}.\frac{206}{238} = \frac{46,97}{2,135}\frac{206}{238} \approx 19$.

Áp dụng công thức: $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow 19 = 20.\,2^{-\frac{t}{T}}$

$\Rightarrow 2^{-\frac{t}{T}} = 0,95 \Rightarrow -\frac{t}{T}\ln 2 = \ln 0,95$

$\Rightarrow t = -\frac{\ln 0,95T}{\ln 2} = -\frac{-0,05.4,47.10^9}{0,693} \approx 3.10^8$ (năm).

37.24. *Chọn đáp án* C.

Giả sử H_0 là độ phóng xạ tại thời điểm ban đầu. Sau thời gian t độ phóng xạ được diễn tả theo công thức: $H = H_0 e^{-\frac{t\ln 2}{T}}$

Từ điều kiện bài toán ta có: $\frac{H_0}{H} = e^{\frac{t.0,693}{T}} \Rightarrow t = \frac{T}{0,693} = 8,22$ năm.

37.25. *Chọn đáp án* B.

Độ giảm phóng xạ:

$$p\% = \frac{H_0 - H}{H_0}100\% = \left(1 - \frac{H}{H_0}\right)100\% = (1 - e^{-3\lambda T})100\%$$

$$= (1 - e^{-3\ln 2})100\% = (1 - 2^{-3})100\% = \frac{700}{8}\% = 87,5\%.$$

37.26. *Chọn đáp án* D

Gọi số hạt ban đầu là N_0 thì số hạt còn lại sau t s là $N = N_0e^{-\lambda t}$. Số hạt đã bị phân rã sau thời gian t là $\Delta N = N_0(1 - e^{-\lambda t})$. Mỗi hạt phân rã cho 1 xung điện. Trong lần đo thứ nhất có n_1 xung điện, ứng với số hạt đã bị phân rã là: $N_1(1 - e^{-\lambda t1})$. Trong lần đo thứ hai có n_2 xung điện, ứng với số hạt đã bị phân rã là: $N_2(1 - e^{-\lambda t2})$.

Lấy $t_1 = t_2 \Rightarrow \dfrac{n_1}{n_2} = \dfrac{N_1}{N_2} = \dfrac{N_1}{N_1e^{-\lambda t}} = e^{\lambda t}$

với t = 1 ngày thì $\dfrac{n_1}{n_2} = \dfrac{340}{112} = 3{,}035 \Rightarrow e^{\lambda t} = 3{,}035 \Rightarrow \lambda t = \ln 3{,}035$

$$\Rightarrow \quad \lambda = \frac{(\ln 3,035)}{t} \Rightarrow \frac{0,693}{T} = \frac{(\ln 3,035)}{1\text{ngày}} = \frac{1,11}{\text{ngày}} \Rightarrow T = 15 \text{ giờ.}$$

37.27. *Chọn đáp án* D

Độ phóng xạ của tượng gỗ lúc ban đầu là H_0 bằng độ phóng xạ của khối gỗ vừa mới chặt. Độ phóng xạ của tượng gỗ hiện thời là:

$$H = 0{,}77H_0 \Rightarrow H = H_0e^{-\lambda t} = 0{,}77H_0$$

$$\Rightarrow \quad e^{-\lambda t} = 0{,}77 \Rightarrow \lambda.t = -\ln 0{,}77$$

$$t = \frac{-\ln 0,77}{\lambda} = \frac{0,26}{\lambda} = \frac{0,26}{\left(\dfrac{0,693}{5600}\right)} = 2100 \text{ năm.}$$

MỤC LỤC

Chương I

CƠ HỌC VẬT RẮN QUAY

Chủ đề 1 CHUYỂN ĐỘNG QUAY CỦA VẬT RẮN QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH 7
Chủ đề 2 CÂN BẰNG CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH 12
Chủ đề 3 PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN CHUYỂN ĐỘNG QUAY CỦA VẬT RẮN QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH 16
Chủ đề 4 MOMEN ĐỘNG LƯỢNG ... VÀ BẢO TOÀN MOMEN ĐỘNG LƯỢNG 21
Chủ đề 5 ĐỘNG NĂNG CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH 24

Chương II

DAO ĐỘNG CƠ HỌC

Chủ đề 6 CHUYỂN ĐỘNG DAO ĐỘNG DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ 31
Chủ đề 7 CON LẮC ĐƠN – CON LẮC VẬT LÍ 39
Chủ đề 8 CON LẮC LÒ XO 46
Chủ đề 9 CÁC LOẠI DAO ĐỘNG - TỔNG HỢP CÁC DAO ĐỘNG ...59

Chương III

SÓNG CƠ - SÓNG ÂM

Chủ đề 10 SÓNG CƠ – PHƯƠNG TRÌNH SÓNG CƠ 68
Chủ đề 11 SỰ GIAO THOA CỦA SÓNG 74
Chủ đề 12 SỰ PHẢN XẠ SÓNG – SÓNG DỪNG 80
Chủ đề 13 SÓNG ÂM - TÍNH CHẤT VẬT LÍ CỦA ÂM THANH 85

Chương IV

DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

Chủ đề 14 DAO ĐỘNG ĐIỆN - DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU 95
Chủ đề 15 MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU SƠ CẤP MẠCH R, L, C MẮC NỐI TIẾP 100
Chủ đề 16 TÍNH TOÁN MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU BẰNG PHƯƠNG PHÁP GIẢN ĐỒ FRE-NEN 108
Chủ đề17 ĐIỆN NĂNG TIÊU THỤ TRONG MỘT MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU – HỆ SỐ CÔNG SUẤT 114
Chủ đề 18 TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG – MÁY BIẾN ÁP........119

Chủ đề 19 MÁY PHÁT XOAY CHIỀU VÀ MỘT CHIỀU ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU 124

Chương V

DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ

Chủ đề 20 DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ – MẠCH DAO ĐỘNG 131
Chủ đề 21 DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ TẮT DẦN, CƯỠNG BỨC – HIỆN TƯỢNG CỘNG HƯỞNG 135
Chủ đề 22 ĐIỆN TỪ TRƯỜNG – SÓNG ĐIỆN TỪ 140
Chủ đề 23 SỰ PHÁT VÀ THU SÓNG ĐIỆN TỪ 144

Chương VI

TÍNH CHẤT SÓNG ÁNH SÁNG

Chủ đề 24 SỰ TÁN SẮC ÁNH SÁNG 153
Chủ đề 25 HIỆN TƯỢNG GIAO THOA CỦA ÁNH SÁNG ĐƠN SẮC ..157
Chủ đề 26 HIỆN TƯỢNG GIAO THOA CỦA ÁNH SÁNG CÓ BƯỚC SÓNG KHÁC NHAU 163
Chủ đề 27 MÁY QUANG PHỔ – CÁC LOẠI QUANG PHỔ 170
Chủ đề 28 TIA HỒNG NGOẠI – TIA TỬ NGOẠI 174
Chủ đề 29 TIA RƠNGHEN 177

Chương VII

LƯỢNG TỬ ÁNG SÁNG

Chủ đề 30 HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN NGOÀI
CÁC ĐỊNH LUẬT QUANG ĐIỆN 185
Chủ đề 31 THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG
THUYẾT PHÔTON 189
Chủ đề 32 HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG
(QUANG DẪN, QUANG TRỞ, PIN QUANG ĐIỆN) 193
Chủ đề 33 MẪU NGUYÊN TỬ BO VÀ QUANG PHỔ VẠCH CỦA HYĐRÔ 199

Chương VIII

VẬT LÍ HẠT NHÂN

Chủ đề 34 HỆ THỨC ANH – XTANH
TÍNH CHẤT VÀ CẤU TẠO HẠT NHÂN 208
Chủ đề 35 PHẢN ỨNG HẠT NHÂN 212
Chủ đề 36 NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT CỦA HẠT NHÂN 217
Chủ đề 37 HIỆN TƯỢNG PHÓNG XẠ 222

ĐÁP ÁN VÀ HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM 229